Le bruit du trafic routier et ferroviaire: ses effets sur l'habitation

Prix: $6,00

Also available in English
under the title
Road and Rail Noise:
Effects on Housing

Ouvrage préparé par
la Division de la recherche technique
en collaboration avec
la Division des recherches en bâtiment
du Conseil national de recherches
du Canada

Société canadienne
d'hypothèques et de logement

Canada Mortgage
and Housing Corporation

L'honorable Paul Cosgrove
Ministre

Première édition, 1977
Deuxième édition, 1981

Imprimé au Canada

ISBN 0-662-11021-0
N° au Cat.: NH15-27/1981 F

TABLE DES MATIÈRES

92-05898/

Introduction..... 1

1. - Le bruit..... 3
2. - Les principes généraux du contrôle du bruit..... 12
3. - Le bruit du trafic routier..... 16
4. - Le bruit du trafic ferroviaire..... 36
5. - La combinaison des niveaux du bruit..... 53
6. - Les divers niveaux d'insonorisation adéquate..... 56
7. - Annexes..... 63

Glossaire de termes techniques..... 116

Bibliographie choisie..... 118

REMARQUE: Une table détaillée des matières se trouve à l'en-tête de chaque chapitre.

Le plan de la publication

Chaque chapitre est rédigé de façon à traiter à fond le sujet en référant le mieux possible aux autres chapitres du document ou à d'autres publications. Pour obtenir ce résultat on n'a pu éviter quelques répétitions.

Suivant les circonstances locales, il faudra étudier un ou plusieurs chapitres pour choisir les solutions recommandées.

Remerciements

Cet ouvrage révisé a été préparé par la Division des recherches techniques de la SCHL en collaboration avec J.D. Quirt et R.E. Halliwell de la Division des recherches sur le bâtiment du Conseil national de recherches du Canada.

Toutes les étapes de cette entreprise ont été examinées par un comité de gestion de la SCHL sous la direction de M. Arthur Walton, Gérant du projet.

INTRODUCTION

1. - Pourquoi le public s'inquiète-t-il?

La pollution par le bruit cause des inconvénients sérieux qui attirent de plus en plus l'attention du public.

Les enquêtes sociales, partout dans le monde, indiquent que le bruit produit par le trafic terrestre engendre plus de mécontentement que celui que produit le trafic aérien. Une des raisons de cet état de choses, c'est que le bruit de la circulation routière n'est pas limité à des endroits déterminés, comme à proximité des aéroports, mais se répand dans presque tous les endroits où il y a des constructions en milieux urbains.

2. - Quelles mesures prend-on au Canada?

Les gouvernements à tous les niveaux au Canada ont la responsabilité de combattre le bruit. Le gouvernement fédéral est chargé de réduire les bruits que produisent les industries et les avions et d'établir des standards pour tous les produits manufacturés.

La réduction du bruit dans les industries est du ressort des gouvernements provinciaux (de concert avec le gouvernement fédéral). Les décrets concernant la circulation routière portent sur des détails comme l'usage du klaxon, les pots d'échappement défectueux et les freins qui grincent.

Les gouvernements provinciaux permettent aussi aux conseils municipaux d'adopter des règlements contre la pollution. C'est d'ailleurs à ce niveau de gouvernement que l'on a approuvé le plus grand nombre de mesures sous forme de règlements contre le bruit.

Toutefois, cette législation diffère beaucoup selon les municipalités. Il est difficile de mettre en vigueur les règlements contre le bruit qui sort de l'ordinaire ou qui cause des ennuis, car cela est très subjectif. En ce qui concerne la circulation routière là où ces règlements imposent des limites quantitatives en décibels pour certains bruits, il est difficile de prendre des mesures qui soient défendables devant les tribunaux.

Les règlements actuels visent le bruit que font les particuliers et non le bruit total que produit l'ensemble des véhicules dans un défilé ininterrompu.

3. - Quel est le grand principe directeur de la Société canadienne d'hypothèques et de logement (SCHL)?

La Société a plusieurs objectifs généraux: Attirer l'attention sur des problèmes qu'entraîne le bruit provenant du trafic routier et ferroviaire; apporter son appui aux méthodes qui tendent à protéger les espaces résidentiels contre les effets de ce bruit; encourager la coopération des gouvernements à tous les niveaux pour trouver des moyens d'alléger les problèmes qu'occasionnent ces bruits; dissuader les constructeurs d'élaborer des plans de nouveaux développements résidentiels en des endroits où le bruit atteint des niveaux élevés et présenter des moyens d'insonoriser les résidences construites en des emplacements exposés à des bruits de niveaux plus faibles.

La Société a publié ce document en vue de traiter spécifiquement des nouveaux lotissements qui peuvent être affectés de façon défavorable par le bruit du trafic routier et ferroviaire. On y trouve des méthodes permettant de déterminer la force du bruit au niveau d'un bâtiment et aux endroits où le bruit est trop élevé et de réduire ce bruit à des limites acceptables à l'intérieur des salles où il se fait sentir. Il est à souhaiter que les promoteurs et les gouvernements à tous les niveaux tiendront compte des critères établis dans ce document lors de l'élaboration de plans d'ensemble pour des terrains à bâtir.

4. - De quelle manière la Société canadienne d'hypothèques et de logement se trouve-t-elle impliquée?

La Société est intéressée en raison de ses investissements et de la qualité des conditions de l'habitation à laquelle elle apporte son appui financier.

4.1 - Les logements du marché

Les constructeurs devraient se rendre compte que cette publication n'a qu'une valeur consultative. Il n'existe aucune condition obligatoire pour obtenir l'assurance aux termes de la LNH.

4.2 - Les logements sociaux

Pour les logements publics, coopératifs et sans but lucratif, pour lesquels la Société canadienne d'hypothèques et de logement fournit une aide financière directe ou un subside, la Société a décidé d'utiliser les recommandations énumérées dans cette publication comme normes obligatoires. Pour ces projets de logements sociaux, voici les lignes de conduite qui sont adoptées:

4.2.1

- La Société suivra la ligne de conduite en rapport avec les catégories énumérées au chapitre 1, Section D.

4.2.1.1

- Dans la zone supérieure, lorsque le niveau du bruit dépasse 75 dB, le financement des projets de logements sociaux sera refusé aux termes de la Loi nationale sur l'habitation.

4.2.1.2

- Dans la zone intermédiaire, lorsque le niveau du bruit se situe entre 55 dB et 75 dB, le financement sera refusé aux termes de la Loi nationale sur l'habitation, à moins de suppléer au manque d'insonorisation, et,

4.2.1.3

- Dans la zone inférieure, lorsque le niveau du bruit est moins de 55 dB, et que la construction d'une habitation, en conformité des Normes de construction résidentielle, 1980, procure une insonorisation adéquate, le financement aux termes de la LNH sera acceptable pour les projets de logements sociaux.

4.2.2 L'insonorisation adéquate
(Voir chapitre 6, section A)

- Lorsque les niveaux du bruit se situent entre 55 dB et 75 dB, la Société recommande ou exige une insonorisation adéquate des nouveaux bâtiments et un espace de loisir convenable à l'extérieur où le niveau du bruit est de 55 dB ou moins.

- "L'insonorisation adéquate" se définit comme l'insonorisation qu'assure une habitation conformément aux règles de conduite que la Société a établies en se basant sur les recommandations de ce document.

- Pour réaliser la réduction du bruit requise, chaque composant de la coquille ou "l'enveloppe" d'un bâtiment, c'est-à-dire les fenêtres, les portes et les murs, doit fournir un degré d'insonorisation convenable.

- Tous les composants appropriés qui sont énumérés dans les tableaux 6.2, 6.3 et 6.4 constituent un minimum acceptable pour la Société.

- La Société exige d'autres moyens de ventilation lorsque cela s'avère nécessaire pour éviter un niveau de bruit trop élevé lorsqu'il faut aérer (voir aussi l'annexe C).

- La Société reconnaît qu'il y a d'autres façons plus détaillées de calculer l'insonorisation. La Société peut accepter des projets basés sur d'autres méthodes au lieu de projets s'appuyant strictement sur la méthode de calcul élaborée dans cette publication.

5. - Le Conseil national de recherches

La Division de recherches sur le bâtiment du Conseil national de recherches a apporté une contribution importante à cette publication qui s'inspire des renseignements les plus récents. Même si nous espérons que nos recommandations seront pertinentes pendant plusieurs années, elles feront l'objet d'une révision constante en collaboration avec le Conseil national de recherches.

CHAPITRE 1 — LE BRUIT

Table des matières

Section A - Le bruit
Introduction
Les niveaux de bruit

Section B - Les bruits du trafic routier
Introduction
L'évaluation des bruits du trafic routier

Section C - Les niveaux recommandés des bruits du trafic routier

Section D - La classification des espaces à proximité des routes et des voies ferrées
Introduction
L'identification des espaces
La nécessité de calculs détaillés

Figures
1. - Les niveaux des bruits ordinaires et les réactions caractéristiques.
2. - Le besoin de calculs détaillés.

Tableau

1. - Les niveaux maximaux des bruits du trafic routier et ferroviaire pour les bâtiments et les espaces de loisir à l'extérieur.

Section A — Le bruit

Introduction

Avant de traiter du bruit de la circulation routière qui est avant tout un problème communautaire, il est utile de considérer brièvement ce qu'est ce bruit et quels sont ses effets.

Le son est la sensation perçue par l'organe de l'ouïe par suite des fluctuations dans la pression de l'air, fluctuations causées par les vibrations rapides des corps et, lorsque ce son n'est pas voulu par une personne, il est appelé bruit.

Le bruit peut atteindre les individus de diverses façons, dont la plus importante est celle qui peut endommager l'ouïe, gêner les communications, nuire à la concentration, au sommeil et devenir une nuisance générale. Ces inconvénients s'attaquent directement au bien-être et à l'efficacité de l'individu.

Cependant la réaction à un son d'intensité et de source données varie considérablement d'une personne à une autre. Ce qui peut être désagréable à une personne peut fort bien être acceptable pour une autre.

L'environnement d'une personne a une influence distincte sur ce qui peut être considéré comme un bruit insupportable. Les ouvriers d'une usine peuvent avoir besoin de protection contre la perte de l'ouïe. Dans les bureaux, les niveaux du bruit doivent permettre de converser et de se concentrer. À la maison, les gens ont le droit de jouir de la tranquillité et de ne pas être importunés par des bruits indésirables.

Pour tenir compte des grandes variations dans les réactions des individus au bruit, toute recommandation destinée à apporter une solution aux problèmes que le bruit cause doit reposer sur la réaction de la moyenne.

Il est difficile de définir le bruit d'une manière entièrement satisfaisante, mais en ce qui nous concerne, voici une définition acceptable: "c'est le son qui est indésirable pour celui qui le reçoit". Cette

définition simple met l'accent sur le fait que le bruit est essentiellement subjectif et que son évaluation est une question de valeurs humaines et d'environnement.

Les niveaux du bruit

Tandis que nous sommes tous conscients du bruit, très peu de personnes ont une idée juste de son niveau et ont tendance à le décrire en fonction d'un désagrément allant d'acceptable à très désagréable. La section B traite de l'évaluation des bruits de la circulation routière en général et donne quelques exemples de niveaux de bruits auxquels les gens sont normalement exposés.

Section B — Le bruit du trafic routier

Introduction

Le bruit provenant de la circulation routière fluctue plus ou moins régulièrement durant le jour. Plus une personne est loin de la circulation, plus le niveau du bruit est bas et régulier; plus elle est proche, plus le niveau moyen est élevé et plus elle discerne des bruits de pointe. Cela est aussi vrai de la circulation ferroviaire qui produit des niveaux de pointe plus élevés et de manière plus intermittante. Le bruit de la circulation routière est généralement confus, produit qu'il est par un grand nombre de véhicules; il est donc difficile d'attribuer le bruit à un véhicule particulier, alors qu'il est possible d'attribuer le bruit de la circulation ferroviaire à un train en particulier.

Les effets du bruit de la circulation sont plus considérables dans les résidences que dans certains bureaux et dans les usines qui sont souvent plus bruyantes que le trafic. Le bruit peut nuire sérieusement aux hôpitaux et aux écoles.

Quelles que soient les améliorations apportées pour réduire le bruit des véhicules, leur effet mettra beaucoup de temps à se faire sentir et pourra même être contrebalancé par le nombre toujours croissant de véhicules sur les routes. Bien que le génie routier reconnaisse les problèmes que cause le bruit, il doit tenir compte d'autres priorités et d'autres objectifs, et ne peut s'attaquer au bruit qu'avec des moyens limités comme, par exemple, la construction de bancs de terre, ou de bermes le long des autoroutes. L'architecte et l'urbaniste ont cependant les meilleurs moyens d'améliorer l'environnement et particulièrement l'environnement résidentiel, par exemple, en ayant soin de bien orienter l'habitation, on peut aisément réduire le niveau apparent du bruit.

Il est donc important de considérer le contrôle du bruit aux étapes d'organisation du projet d'un nouvel édifice.

L'évaluation des bruits du trafic routier

On peut inscrire le problème du bruit sous trois grands titres: la source, la propagation du son et l'environnement de la personne qui y est exposée. Dans le cas du bruit de la circulation sur la terre, la source est la circulation routière, occasionnée par un nombre variable de véhicules de différents genres, et par la chaussée ou les rails sur lesquels les véhicules se déplacent. Le niveau de la route ou de la voie ferrée au-dessus ou au-dessous du niveau du terrain environnant, la distance et la protection entre la route ou la voie ferrée et le récepteur, ainsi que le type et la configuration du terrain qui sépare la source du récepteur jouent un rôle dans la propagation du bruit.

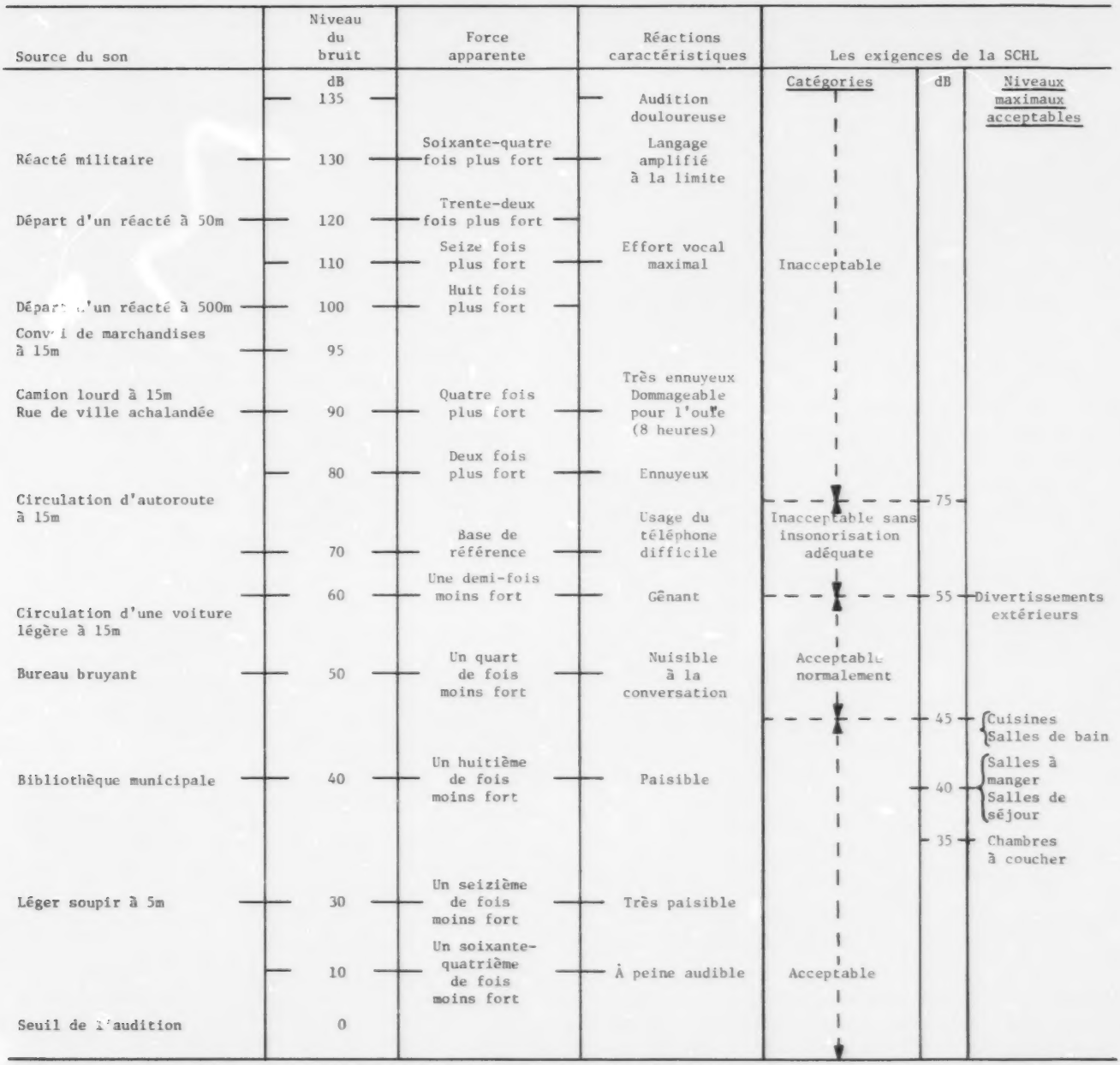
La mesure physique fondamentale du bruit utilisée dans ce document est le niveau du son mesuré A, parfois appelé "dB A". C'est une mesure de tous les composants du son, sur toute la gamme des fréquences, mais en attachant un poids spécial aux fréquences moyennes, par analogie avec la manière dont l'oreille humaine réagit aux sons de fréquences différentes. On a constaté que le niveau mesuré A correspond bien au jugement des gens concernant la force ou le désagrément de plusieurs genres de bruit, y compris celui du trafic routier et ferroviaire. Selon une méthode empirique grossière, une augmentation de 10 dB dans le niveau du son double sa force apparente.

On devrait prendre note qu'on décrit habituellement le bruit des avions en des termes quelque peu différents. Néanmoins, les procédés déjà proposés pour spécifier l'insonorisation des maisons à proximité des aéroports* sont essentiellement les mêmes que ceux qui sont décrits dans cet ouvrage.

* *Nouveaux secteurs résidentiels à proximité des aéroports*, LNH 5185/81/05. Société canadienne d'hypothèques et de logement. Document révisé en 1981.

Il y a deux genres fondamentaux de bruits importuns identifiables qui accroissent le niveau des bruits extérieurs au-dessus du niveau du bruit de fond - ce sont les bruits soutenus ou presque soutenus de niveau constant et divers bruits intermittants. Le niveau des bruits de fond est celui qui persiste après que les bruits de la circulation identifiable ont été éliminés.

Fig. 1 — Quelques niveaux de bruits ordinaires et des réactions typiques



REMARQUE: La différence minimale dans le niveau de bruit perceptible par l'homme est 3 dB et une augmentation de niveau de 10 dB semble doubler la force tandis qu'un abaissement de 10 dB diminue de moitié la force apparente.

Section C — Les niveaux recommandés des bruits du trafic routier

La tolérance du bruit est fonction des caractéristiques du bruit et aussi des activités de celui qui l'entend. Les activités le plus affectées par le bruit sont de deux sortes auxquelles correspondent deux critères différents. Pour les activités comme celles qui occasionnent des communications par la parole (y compris l'écoute de la radio et de la télévision), il faut d'abord que le niveau du bruit n'interfère pas d'une façon significative avec la communication vocale ou avec la perception de la musique douce. L'autre emploi important du temps est le sommeil: le bruit, tout spécialement durant la nuit, ne devrait pas nuire au sommeil normal.

Pour traiter convenablement du caractère variable du bruit de la circulation routière ou ferroviaire, il convient de décrire ce bruit en fonction du niveau équivalent (Néq), qui est le niveau d'un son régulier comportant la même énergie, en un temps donné, que le son variable. Pour la fin qu'on se propose dans ce document, le bruit est le son du niveau équivalent (Néq) évalué pendant 24 heures, A, et sert de bruit fondamental. Cette mesure du bruit a été largement essayée dans de nombreuses enquêtes sociales. De toutes les façons couramment utilisées pour mesurer le bruit, elle est la plus facile à utiliser ou pour le prédire avec précision. Rappelons qu'aucune autre façon de le décrire n'a pu mieux prévoir la réaction de la collectivité au bruit.

Dorénavant le "niveau du bruit" exprimé en décibels (dB) devrait désigner le son de niveau équivalent A, évalué pendant 24 heures.

Le niveau équivalent maximal qui ne nuit pas à une conversation soutenue est 40 dB. Au-dessus de ce niveau, le bruit force les gens à élever la voix et il est donc inacceptable comme environnement intérieur paisible. Afin d'entendre les passages les plus doux de la musique, un niveau d'environ 35 dB est préférable. Il est acceptable d'élever légèrement la voix dans la cuisine ou la salle de bain, et habituellement dans les endroits de récréation en plein air. Le réveil et l'insomnie provoqués par des causes extérieures dépendent du niveau du bruit et des fluctuations qui se manifestent à ce niveau ou à son caractère. Que le niveau maximal ne doive pas dépasser le bruit de fond à l'intérieur par plus d'environ 5 dB est un critère utile. Les niveaux d'intérieurs paisibles varient de 25 à 35 dB. La circulation routière est normalement moins dense la nuit que le jour et le niveau moyen de 24 heures fournit une mesure passable des niveaux maximaux de nuit. La valeur maximale acceptable dans la chambre à coucher est de 35 dB.

En plus de l'intérêt porté au niveau du bruit à l'intérieur, il faudrait aussi, dans les quartiers d'habitation, tenir compte des niveaux du bruit dans les endroits de divertissements extérieurs, tels que les patios, les balcons, les terrains de jeu. L'expérience a montré que des niveaux de bruits quelque peu plus élevés sont plus acceptables à l'extérieur qu'à l'intérieur. Un niveau de bruit approprié à l'extérieur est de 55 dB, lequel correspond typiquement à un niveau de bruit de 40 dB à l'intérieur. Ces niveaux permettent de converser la plupart du temps à voix normale ou un peu plus élevée. Un tel bruit de fond peut contribuer à masquer des sons plus spécifiques comme une conversation avec quelqu'un se trouvant sur un balcon voisin.

Pour satisfaire à ces divers critères de bruits acceptables, la SCHL a adopté les niveaux donnés au tableau 1.

Tableau 1

Les niveaux maximaux acceptables des bruits de la circulation routière et ferroviaire dans les quartiers d'habitation et des endroits de divertissements extérieurs.

Pièce	Niveau du bruit
Chambres à coucher.....	35 dB
Salles de séjour, à manger, à divertissement.....	40 dB
Cuisines, salles de bain, halls d'entrée, salles de débarras.....	45 dB
Espaces de divertissements à l'extérieur.....	55 dB

Note:

Dans les projets d'appartements du centre-ville qui n'ont que peu d'espace disponible, il n'est pas toujours possible de prendre des mesures pour réduire adéquatement le bruit et il est admis même si les niveaux de bruit des espaces libres sont supérieurs à 55 dB, ils ne sont pas automatiquement rejetés comme lieux d'agrément. Il est recommandé pour plus de souplesse de se servir d'une échelle progressive dans laquelle pour chaque 2 dB au-dessus de la limite acceptable, 10% de la surface d'un balcon ou d'un autre espace en plein air sont inacceptables. Par exemple, un balcon de 30 m^2 avec un niveau de 61 dB aurait 21 m^2 d'espace de divertissement disponible, ou 15 m^2 à 65 dB.

Pour se conformer aux Normes de construction résidentielle, dans une habitation ordinaire, les fenêtres étant fermées, le niveau du bruit à l'intérieur devrait être d'au moins 20 dB plus bas qu'à l'extérieur. Si le niveau du bruit à l'extérieur n'est pas plus de 55 dB, la construction selon les Normes de construction résidentielle pourrait alors satisfaire normalement à toutes les exigences proposées (quoiqu'il faille encore prendre la précaution de placer les chambres à coucher du côté le plus tranquille de l'habitation.)

Dans les endroits plus bruyants, il faut protéger d'un certain abri l'espace de divertissement extérieur pour satisfaire à l'exigence de 55 dB. L'abri peut prendre la forme d'un mur écran, d'une clôture massive ou d'un banc de terre entre la route et l'espace réservé aux amusements. Dans certains aménagements, la construction elle-même forme une barrière adéquate pour la protection de l'espace extérieur du côté à l'abri des habitations, comme par exemple, lorsque celles-ci sont disposées en rangées. En général, cependant, une réduction de 20 dB est le maximum qu'on peut attendre d'un tel écran. Il s'ensuit qu'on ne peut pas obtenir un espace extérieur suffisamment tranquille aux endroits où le niveau du bruit est supérieur à 75 dB.

Section D — Classification des espaces à proximité des routes et des voies ferrées

Introduction

Les analyses statistiques des études sociologiques indiquent que les résidents jugent de leurs conditions de vie de quatre points de vue distincts: la commodité, l'attrait, la présence de caractéristiques désagréables, comme le bruit, et la facilité de déplacement à l'intérieur comme à l'extérieur du voisinage. Par conséquent, ces autres considérations peuvent adoucir la réaction des gens vis-à-vis du bruit.

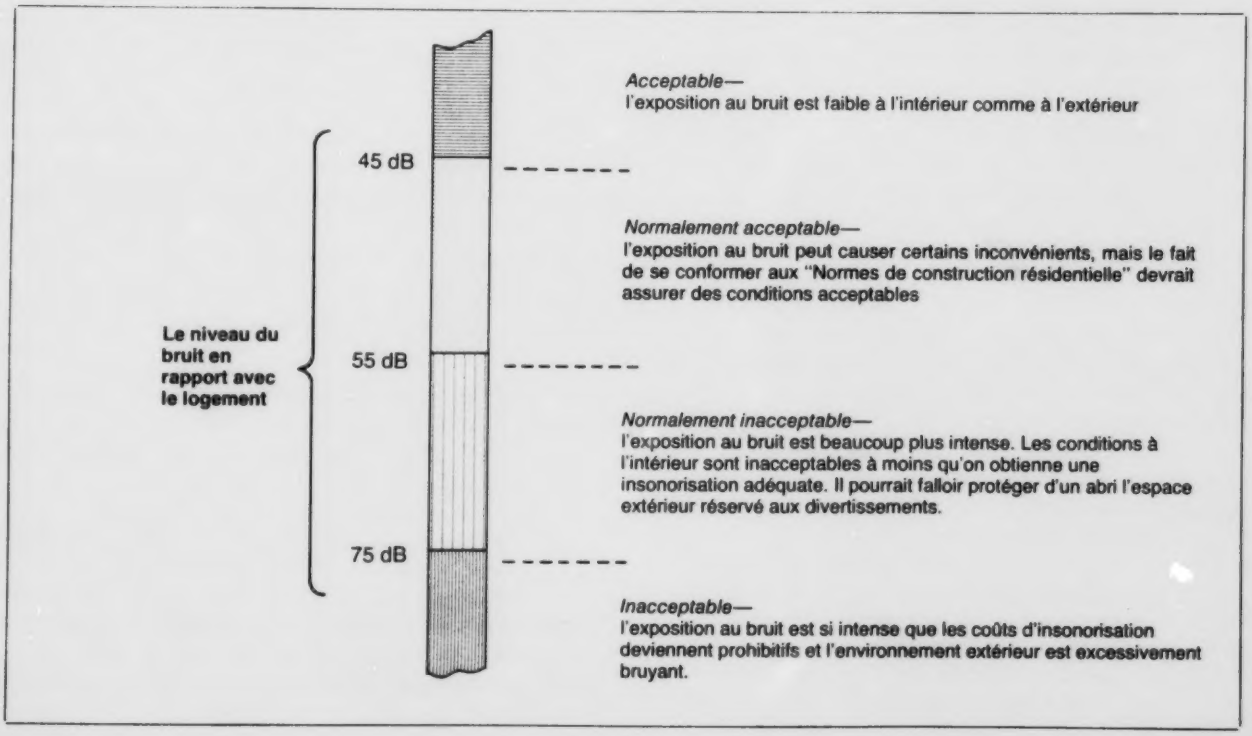
On ne peut donc pas classifier les quartiers résidentiels à proximité des routes et des voies ferrées uniquement selon les réactions des gens sauf si elles sont exprimées en des termes statistiques.

L'identification des espaces

Afin de faire servir les renseignements disponibles concernant la diminution du bruit lorsqu'il s'agit d'évaluer l'exposition au bruit dans un endroit, on recommande les catégories suivantes.

Un logement normal conforme aux Normes de construction résidentielle dans les nouveaux immeubles résidentiels devrait procurer un environnement intérieur acceptable jusqu'à un niveau de bruit extérieur de 55 dB. Au-dessus de ce niveau, il y a une probabilité toujours croissante qu'il sera impossible de fournir une insonorisation adéquate.

Selon une analyse des renseignements disponibles, on peut permettre la construction d'un aménagement résidentiel suffisamment insonorisé pourvu que le niveau du bruit ne dépasse pas 75 dB. Au-dessus de ce niveau, l'inconvénient que cause la circulation routière ou ferroviaire pollue si sérieusement l'environnement que l'aménagement ne devrait même pas être envisagé.



La Société adoptera la ligne de conduite suivante en rapport avec les catégories qu'elle a établies:

a) dans la zone supérieure où le niveau du bruit excède 75 dB la construction de logements est à déconseiller;

b) dans la zone intermédiaire, entre 55 dB et 75 dB, la construction de logements n'est possible que si on insonorise de façon adéquate;

c) dans la zone inférieure où le niveau du bruit est au-dessous de 55 dB, la construction de logements selon les Normes de construction résidentielle sera suffisamment insonorisée.

Mise en garde:

Il faut être prudent lorsqu'on construit en dedans de 100 m d'une voie ferrée. À ces distances, un fort niveau de vibrations à l'intérieur du logement est possible à cause de la vibration du sol et du bruit. On recommande alors de construire solidement et de consulter un expert pour savoir quelles pourraient être les formes de contrôle de la vibration nécessaires.

Remarque:

Le bruit de la circulation routière à un endroit est en relation directe avec toute combinaison possible des conditions suivantes: la vitesse moyenne des véhicules, la densité de la circulation, la proportion des véhicules lourds par rapport aux voitures, le nombre de voies et la distance à l'endroit exposé à ce bruit.

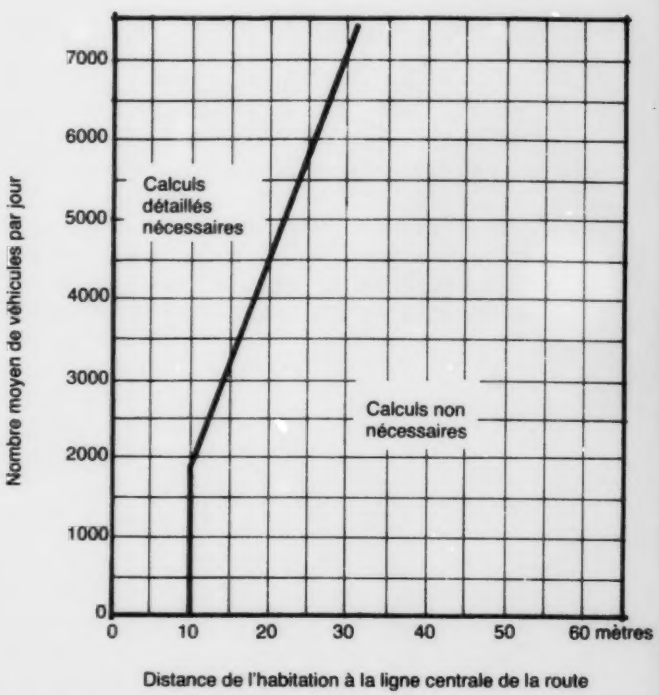
Par conséquent, il n'est pas pratique d'utiliser les classifications des rues pour déterminer si un terrain adjacent aux routes convient à un développement résidentiel.

La nécessité de calculs détaillés

Même en tenant compte des problèmes et des difficultés mentionnées précédemment, il est possible de construire des habitations à proximité de routes et de voies ferrées et d'obtenir des niveaux de bruit convenables à l'intérieur à condition de les insonoriser adéquatement.

Pour les routes où la limite de vitesse est de 50 km/h ou moins, et la circulation de véhicules lourds négligeable (c'est-à-dire réduite aux besoins de la livraison normale à domicile), il est possible de déterminer si l'endroit est acceptable sans référence aux sections détaillées de ce document. La figure n° 2 sert à cet effet.

Fig. 2 — La nécessité de calculs détaillés



REMARQUE: Pour une vitesse de 50 km/h ou moins, et une circulation de véhicules lourds négligeable.

CHAPITRE 2 — LES PRINCIPES GÉNÉRAUX DU CONTRÔLE DU BRUIT

Table des matières

Les principes généraux

Le choix de l'endroit
L'orientation des édifices
Le plan de l'intérieur
Les principaux agents de transmission du son
L'insonorisation

Les principes généraux

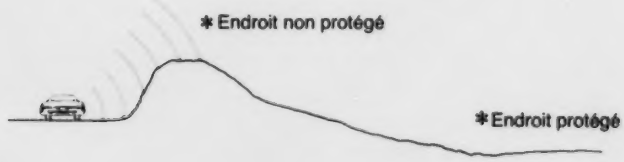
Les chapitres suivants de ce guide traitent en détail des problèmes du bruit de la circulation routière, des niveaux de bruit acceptables, de la classification des espaces, de la prévision des niveaux de bruit, etc.

Avant d'entrer dans les détails techniques, cependant, comme le problème consiste à s'assurer qu'un édifice a un environnement acceptable en ce qui concerne le bruit, il faut logiquement commencer par un examen soigné des éléments des plans acoustiques à l'étape initiale du projet. Les éléments les plus importants à considérer sont:

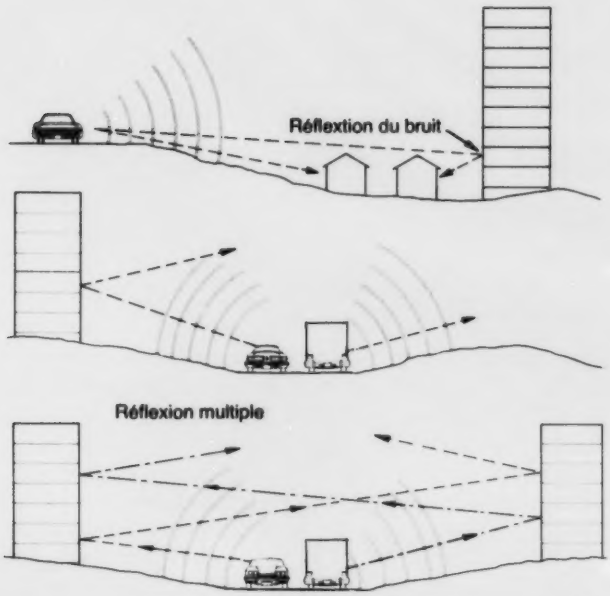
- le choix de l'endroit
- l'orientation des habitations en cet endroit
- la disposition des pièces
- les principaux agents de transmission du son

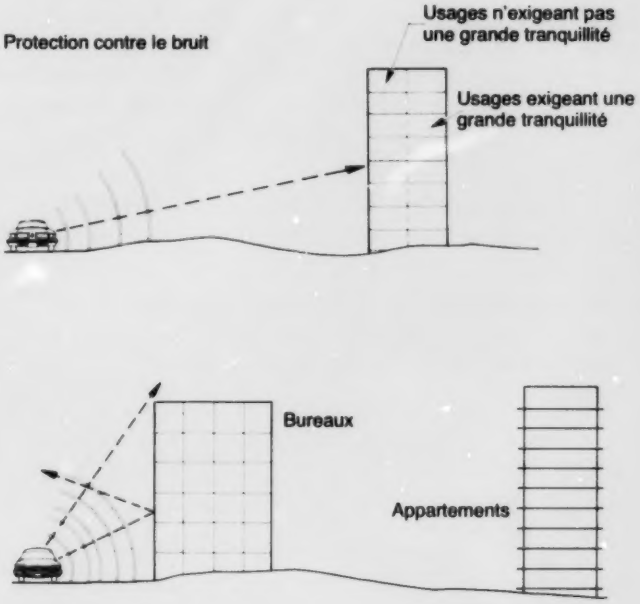
Le choix de l'endroit

• Il faut tirer le maximum d'avantages du paysage. Un terrain accidenté ou vallonné peut offrir du point de vue de l'acoustique des avantages que n'offre pas un terrain plat ou creux:



• Il faut se demander si l'aménagement existant ou proposé peut causer des effets défavorables, spécialement lorsque la circulation routière est considérable. On devrait tenir compte des plans de zonage et des développements futurs, la réflexion des ondes sonores par des édifices opposés augmente habituellement les niveaux du bruit.





• Il faut éviter les endroits qui se trouvent aux intersections achalandées, spécialement celles qui sont exposées à l'accélération, la décélération et au freinage, et les endroits où il y a plus d'une route de circulation, par exemple, une voie ferrée parallèle à une route, car ces endroits peuvent être très bruyants.

Si ce genre d'endroits est inévitable, utiliser les immeubles existants comme barrières contre le bruit ou réserver le côté bruyant pour les usages qui n'exigent pas une grande tranquillité.

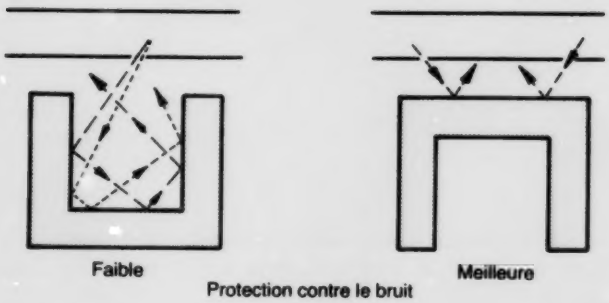
• Bien que, dans ce document, aucune correction ne soit prévue pour contrer les effets du vent, le côté d'où il vient par rapport à la circulation routière est généralement plus calme, surtout lorsque le trafic est intense et la distance de la route à l'habitation est considérable.

L'orientation des édifices

- Les édifices devraient être localisés de façon à tirer le plus d'avantages possibles de toutes les caractéristiques naturelles ainsi que des immeubles existants qui peuvent procurer une barrière acoustique.

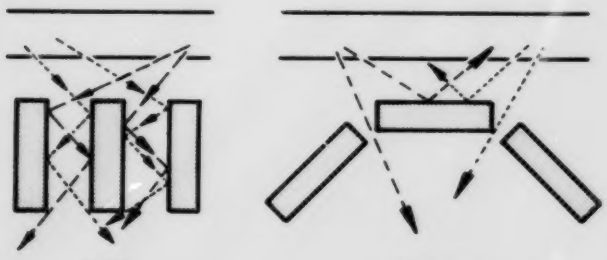
- Les édifices devraient être localisés aussi loin que possible de la source du bruit.

- Les édifices devraient être disposés de telle sorte que le plus d'habitations possibles soient protégées contre le bruit.



Protection contre le bruit

- Lorsqu'on se propose d'ériger de longs édifices, ils ne devraient pas être à angle droit ni parallèles aux autres, afin d'éviter la réflexion du son entre les édifices.



Réflexion du bruit

- Il est préférable de construire parallèlement à la route de circulation les longs édifices séparés qui contiennent des appartements exposés des deux côtés afin de protéger une face en plaçant le long de ce mur les pièces occupées comme les chambres à coucher qui exigent une plus grande tranquillité. L'édifice lui-même sert de protection contre le bruit. Les autres pièces, comme les cuisines, les salles de bain, ou de débarras, où le calme est moins important peuvent être du côté où les véhicules circulent.

- Après avoir localisé les édifices avec soin par rapport à la principale source du bruit, il faut veiller à ce qu'une mauvaise localisation par rapport à l'accès et aux espaces réservés au stationnement ne neutralise pas les bienfaits déjà obtenus.

Le plan de l'intérieur

On peut tirer parti du fait que la plupart des édifices, particulièrement ceux à logements multiples, ont un côté "bruyant" et un côté "tranquille" et que leur plan intérieur peut habituellement convenir à ces différents usages.

On devrait voir à ce que les pièces qui exigent de la tranquillité, comme les chambres à coucher et les salles à manger, soient localisées du côté tranquille de l'habitation, et celles qui n'exigent pas un grand calme, soient du côté bruyant. Dans certains édifices à plusieurs logements, on peut localiser les ascenseurs, les salles de lavage et d'autres équipements, les halls et les corridors, qui n'exigent pas de tranquillité, le long du mur donnant sur la route.

En fait, l'édifice peut servir de barrière contre le bruit et améliorer les conditions à l'arrière.

Les principaux agents de transmission du son

La coquille externe ou l'enveloppe d'un édifice se compose du toit, des murs, des portes et des fenêtres, et chacun de ces éléments permet le passage d'une certaine quantité de bruit. Cependant, les toits construits suivant les normes du Code national du bâtiment procurent une réduction du bruit suffisante pour qu'on n'en tienne pas compte dans ce guide. Des doubles portes massives apportent la meilleure protection contre les bruits intenses, alors que les simples portes à intérieur vide sont moins efficaces. Le meilleur contrôle du bruit par les fenêtres s'obtient au moyen de celles qui sont fixes et leur efficacité s'améliore avec l'augmentation de l'espace entre les vitres et de l'épaisseur du verre. L'efficacité des murs pour le contrôle du bruit est surtout fonction de leur masse.

L'insonorisation

Le transfert de l'énergie thermique et acoustique à travers les murs, les portes et les fenêtres obéit à des principes physiques si différents qu'il ne faut pas s'attendre à une très bonne corrélation entre l'atténuation du bruit et la transmission de la chaleur. Néanmoins, un bon rendement acoustique comporte habituellement un bon rendement thermique.

CHAPITRE 3 — LE BRUIT DU TRAFIC ROUTIER

Table des matières

Section A - Le bruit du trafic routier
Introduction
Les principales sources de bruit

Section B - La prévision du bruit extérieur en provenance du trafic routier

1re étape L'évaluation du trafic
2e étape Le niveau fondamental du bruit
3e étape La correction pour la pente de la route
4e étape La correction pour l'interruption du trafic
5e étape La détermination de la hauteur de la source équivalente
6e étape La correction pour la distance
7e étape La correction pour les barrières

- *L'atténuation pour une barrière de longueur infinie*
- *La correction pour la longueur réelle de la barrière*
- *Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques*

Tableaux

3.1.1 - 3.1.8 Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne pour diverses limites de vitesse permise

3.2 La correction (en dB) à ajouter pour la pente de la route

3.3 La correction (en dB) à ajouter pour l'interruption du trafic

3.4 La hauteur équivalente de la source pour le trafic routier

3.5 La correction (en dB) pour la distance et la hauteur

3.6 Le rapport (w) de la longueur de la barrière effective

3.7 L'atténuation de barrière (en dB) pour les diverses valeurs réelles du rapport (w) de la longueur de la barrière effective

Figures

3a La hauteur effective totale au-dessus du sol
3b Modèle fondamental de barrière (coupe verticale)
3c Dimensions nécessaires pour le calcul de l'atténuation par les barrières
3d Vue dans le plan d'une barrière longeant la route
3e Vue dans le plan d'une barrière parallèle équivalente
3f Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques

Section A — Le bruit du trafic routier

Introduction

Dans les villes, le bruit des véhicules se manifeste sous deux formes: le bruit causé par une circulation intense et celui causé par une circulation de plus faible intensité. Une circulation intense sur les principales routes produit un bruit de fond de grande intensité et le bruit des véhicules lourds n'apparaît sur un graphique que sous la forme de faibles pics au-dessus du bruit de fond. Sur d'autres rues, particulièrement dans les quartiers résidentiels, la circulation de plus faible intensité produit de plus bas niveaux de bruit de fond, et le bruit provenant de véhicules de n'importe quel genre se présente comme des pics plus élevés. Le bruit sous ces deux formes a tendance à s'intensifier lorsque le nombre de véhicules en circulation augmente, au fur et à mesure que l'on construit de nouvelles autoroutes et que les banlieues se développent le long des autoroutes existantes. Le bruit est donc un problème aussi bien dans les banlieues qu'en ville.

Au Canada, on s'est généralement efforcé de réduire au minimum la circulation des véhicules lourds dans les rues résidentielles en interdisant le trafic de passage dans les quartiers résidentiels ou en désignant des routes obligatoires pour les camions. On a également introduit ces dernières années des systèmes de circulation à sens unique pour améliorer le trafic routier, ce qui donne lieu souvent à une augmentation du trafic routier et à la détérioration de l'environnement à proximité de la route à sens unique.

Les principales sources du bruit

Il y a deux sources principales du bruit causé par les véhicules motorisés en mouvement: le système d'échappement des gaz du moteur et l'interaction entre les pneus et la chaussée. Il y a cependant un certain nombre de facteurs qui ont des répercussions directes sur l'intensité du bruit de la circulation qu'une personne supporte.

- La densité - le bruit s'intensifie à mesure que le nombre de véhicules augmente.
- La composition - le bruit s'intensifie lorsque le nombre de véhicules lourds augmente.
- La vitesse - le bruit s'intensifie à mesure que la vitesse de la circulation augmente.
- Les situations d'arrêts et de départs - le caractère et les niveaux du bruit sont tous deux modifiés lorsque les véhicules ralentissent, arrêtent, repartent et accélèrent.
- Les pentes de la route - le bruit des véhicules, particulièrement des véhicules lourds, augmente avec la pente.
- La largeur de la route - la largeur de la route peut influer sur la vitesse et le volume du trafic. La distance à partir du centre de la route à un immeuble ou à un endroit et l'efficience de toute barrière protectrice contre le bruit entre le centre de la route et l'édifice sont rattachées à la largeur du raccordement des routes.
- La surface du sol - la nature de la surface du sol au-dessus duquel les ondes sonores se déplacent peut abaisser le niveau du bruit.
- La surface de la route - le bruit que produisent les automobiles et les camions est fonction du type de surface de la route et de son état. Les niveaux du bruit prévu dans la section B sont appropriés aux routes d'asphalte et de béton en état "moyen". Puisque l'état de la surface de toute route peut varier d'année en année, on n'utilise aucune correction spécifique pour la surface des différentes routes.

Section B — La prévision du bruit extérieur causé par le trafic routier

Cette section présente une méthode permettant de tenir compte des variables exposées au Chapitre 3 - section A.

Le modèle de base suppose une route de niveau régulier ayant la même pente que le terrain environnant, et présenté ensuite une série d'ajustements pour tenir compte d'autres situations.

1re étape - L'évaluation du trafic

Pour déterminer le bruit de la circulation sur une route, il faut obtenir le nombre de véhicules qui circulent chaque jour et aussi

1. La vitesse en kilomètres à l'heure considérée comme coïncidant avec la vitesse permise.
2. L'encombrement du trafic quotidien, soit le nombre moyen de véhicules (par jour de 24 heures)
3. Le pourcentage de véhicules lourds (tous les véhicules ayant plus de quatre roues ou un poids brut supérieur à 5000 kg).

Lorsque ce compte peut être obtenu des autorités provinciales ou municipales, on prend l'encombrement moyen du trafic quotidien comme étant le trafic quotidien moyen pour l'année. En général, si la valeur la plus élevée du trafic quotidien moyen est disponible, elle sert de prévision pour les dix années suivantes.

Lorsque ce compte ne peut être obtenu des autorités provinciales ou municipales (dans le cas de petites municipalités, de routes secondaires, etc.), il est nécessaire d'évaluer la circulation par une observation directe. On doit alors rajuster les résultats observés de manière à ce qu'ils reflètent les meilleures évaluations disponibles des variations saisonnières et des augmentations anticipées de la circulation.

2e étape - Le niveau fondamental du bruit

Il faut déterminer le niveau fondamental du bruit à un point récepteur situé à 30 m du centre de la route. Si la largeur totale d'une route à voies multiples (d'un bord à l'autre du pavage) est moindre que la distance du centre au receveur, on considère cette route comme une seule route. On considère les routes plus larges comme deux ou plus de deux routes, et le niveau du bruit de chacune est calculé et combiné comme au chapitre 5. Les tableaux 3.1.1 à 3.1.8 donnent les niveaux fondamentaux du bruit dégagé pour des vitesses de trafic de 40 km/h à 110 km/h pour diverses intensités de circulation et divers pourcentages de véhicules lourds.

3e étape - La correction pour la pente de la route

Pour les pentes de la route de 1 pour cent ou plus, on ajoute la correction indiquée au tableau 3.2.

4e étape - La correction pour l'interruption du trafic

Lorsque des feux de circulation, des poteaux indicateurs d'arrêt interrompent la circulation ou que des coins nécessitent une halte ou un changement important de vitesse, les niveaux du bruit augmentent et il faut apporter une correction. Pour les endroits situés à moins de 150 m d'un feu de circulation ou d'un endroit où il y a une interruption de la circulation, il faut ajouter une correction comme l'indique le tableau 3.3.

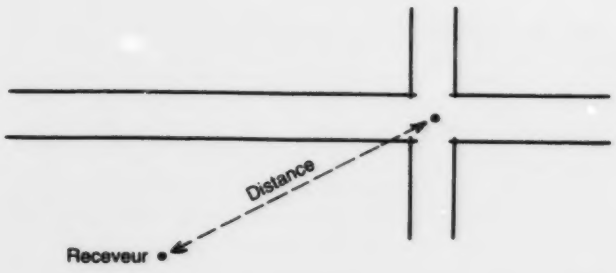
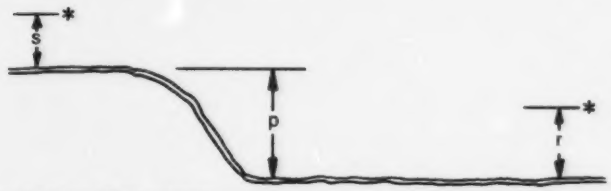


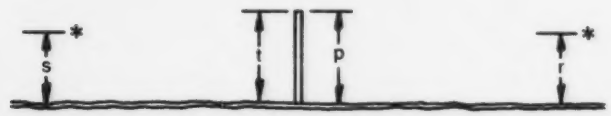
Fig. 3a — La hauteur effective totale au-dessus du sol

Aucune barrière — La hauteur effective totale = s + r

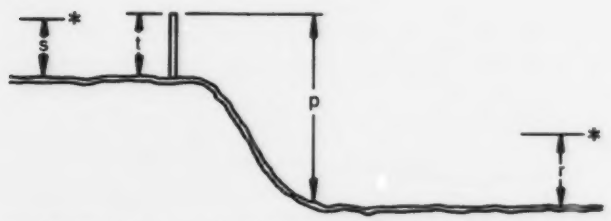


La hauteur effective totale = s + p + r

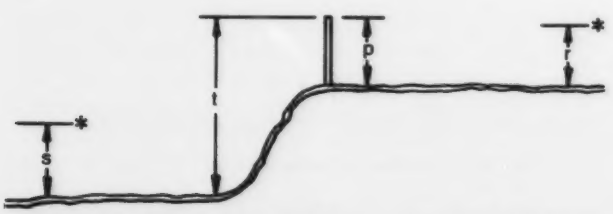
La hauteur effective totale = s + t + r



Avec barrière — La hauteur effective totale = s + t + p + r



Avec barrière (terrain abaissé) — La hauteur effective totale = s + t + p + r



Avec barrière (route abaissée) — La hauteur effective totale = s + t + p + r

5e étape - La détermination de la hauteur équivalente de la source

Pour déterminer l'atténuation due au sol ou à une barrière (6e et 7e étapes), il faut établir la hauteur de la source. Le tableau 3.4 donne une "hauteur de source équivalente" qui tient compte du bruit produit par les routes et le système d'échappement des véhicules lourds pour une gamme de vitesses du trafic et des pourcentages de véhicules lourds.

6e étape - La correction pour la distance

La méthode jusqu'à la 4e étape, donne les niveaux du bruit pour un point de réception à 30 m du centre de la route, lorsque la surface du sol est dure. Si la position du receveur ou la nature de la surface du sol est différente, le niveau du bruit peut être plus haut ou plus bas. En général, le niveau du bruit diminue à mesure que la distance entre la source et le receveur augmente.

Une surface "dure" du point de vue acoustique est une surface qui réfléchit bien le son. Cela comprend des surfaces en béton, en asphalte, en argile ou en gravier tassé. Si plus de la moitié de la surface du terrain entre la source et le receveur est "dure", la correction pour la distance devrait être calculée à l'aide de la section du tableau 3.5 pour un sol "dur".

Vu que la distance entre la source à un point de réception au-dessus ou au-dessous de la hauteur de la source est supérieure à la distance horizontale, les niveaux du bruit à l'extérieur devraient être plus bas aux étages supérieurs d'un édifice à plusieurs étages qu'au niveau du sol. Toutefois, cette réduction dans les niveaux du bruit extérieur est compensée par le fait que l'insonorisation du bâtiment est fonction de l'angle d'arrivée du son. Pour cette raison, la correction pour la distance est fondée uniquement sur la distance horizontale si la surface du sol est "dure".

Si plus de la moitié de la surface entre la source et le receveur est "molle" (par exemple, couverte de gazon, d'arbustes ou d'autres végétaux denses), une autre réduction se produit si la trajectoire du son à partir de la source et du receveur est près du sol. La hauteur de la source et du receveur au-dessus du sol et la hauteur de toute barrière intermédiaire ont une influence directe sur la réduction du bruit lorsque la surface du sol est "molle". Il faut calculer une hauteur effective totale à partir des hauteurs mentionnées en utilisant l'expression donnée dans le diagramme approprié de la fig. 3a. A l'aide de cette hauteur effective totale et de la distance horizontale, on obtient la correction pour la distance en utilisant la section du tableau 3.5 pour une surface de sol "mou".

7^{e} étape - La correction pour les barrières

La présence de n'importe quel obstacle (sauf les arbres et les arbustes offrant très peu de protection contre le bruit) qui obstrue le champ visuel entre la source du bruit et le point de réception peut réduire le bruit que produit la circulation routière. Rappelons que la source du bruit peut être bien au-dessus de la surface de la route, comme le montre le tableau 3.4. La barrière peut être un terrassement, un abaissement ou un banc de terre, un ou plusieurs édifices, ou un mur spécialement construit. Si un mur est construit à cette fin, il doit avoir une surface imperméable au bruit ayant peu de trous ou de fissures (moins de 0,2 pour cent de la surface totale). Le matériau de la barrière devrait peser au moins 5 kg/m^2 (10 kg/m^2 si l'atténuation due à la barrière est supérieure à 10 dB).

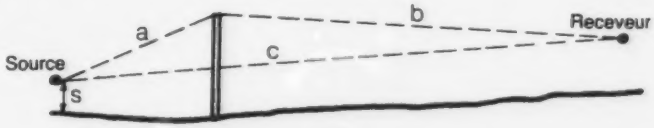
"L'atténuation par les barrières" est la réduction du niveau du bruit à un point de réception par rapport au niveau du bruit qui serait perçu si le terrain était "dur" et si aucun obstacle ne se trouvait entre la source du bruit et le receveur. Il faut aussi noter que la correction pour la distance lorsque le terrain est "mou" est aussi fonction de la présence ou de l'absence d'une barrière. L'addition d'une barrière produit une atténuation du bruit, mais elle diminue la réduction que donne une surface de sol "mou". Le résultat de ces deux effets doit être évalué en tenant compte de l'efficacité de la barrière proposée.

La hauteur et la longueur d'une barrière sont toutes deux importantes pour son efficacité à réduire le niveau du bruit. Par conséquent, il faut considérer et la coupe verticale et la vue dans le plan de la barrière. Le procédé consiste à évaluer d'abord l'atténuation pour une barrière de "longueur infinie" (c'est-à-dire une barrière si longue que le bruit qui passe à ses extrémités est négligeable) en ne considérant que la coupe verticale.

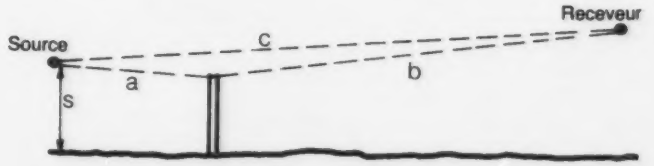
La modification de ce résultat pour tenir compte de la longueur de la barrière et de sa position relativement à la route (comme le montre une vue dans le plan) est ensuite envisagée.

L'atténuation pour une barrière de "longueur infinie"

La fig. 3b, qui représente une coupe verticale le long de la ligne allant de la source du bruit au point de réception, illustre la géométrie fondamentale de la barrière. La distance "s" est la hauteur équivalente de la source du bruit au-dessus de la surface de la route, laquelle est déterminée à la 5^{e} étape pour le trafic routier.



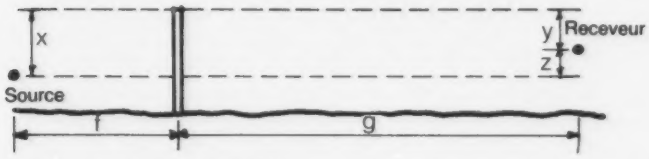
La barrière obstrue le champ de vision



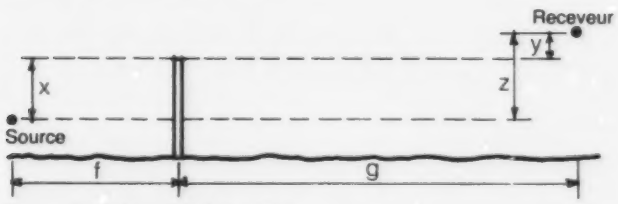
La barrière obstrue presque le champ de vision

Fig. 3b — Modèle fondamental d'une barrière (coupe verticale)

Pour une barrière de "longueur infinie", l'atténuation est fonction de la différence entre la distance de la ligne droite (c) de la source au receveur dans la fig. 3b et la somme des distances (a + b) au-dessus de la barrière dans la même fig. 3b. Cela s'appelle la "différence des longueurs de parcours."



Receveur au-dessus de la barrière



Receveur au-dessus de la barrière

Fig. 3c — Les dimensions nécessaires pour le calcul de l'atténuation due à une barrière

Le calcul de la différence des longueurs de parcours est simple. Les distances horizontales et verticales sont indiquées dans la fig. 3c pour les deux cas importants où la barrière obstrue le champ de vision ou encore lorsqu'elle réussit presque à l'obstruer. Les distances "a", "b" et "c" sont calculées à l'aide des expressions suivantes:

$$a = \sqrt{x^2 + f^2}$$

$$b = \sqrt{y^2 + g^2}$$

$$c = \sqrt{z^2 + (f + g)^2}$$

Note: "x" est la différence d'élévation entre la source et le sommet de la barrière. "y" est la différence d'élévation entre le receveur et le sommet de la barrière. "z" est la différence d'élévation entre la source et le receveur.

Pour calculer la valeur de c, la distance horizontale utilisée devrait être la somme exacte des deux distances horizontales et la distance verticale devrait être la somme ou la différence exacte de x et y, comme l'indique la fig. 3c. Toutes les racines carrées doivent être calculées avec une précision de 0,01 m. Rappelons que cette précision n'est pas requise pour les distances f et g.
(Remarque: des calculatrices électroniques bon marché qui permettent de calculer les carrés et les racines carrées sont faciles à obtenir.)

La différence des longueurs de parcours est égale à a + b - c. Si la barrière n'obstrue pas le champ de vision de la source au receveur et la différence des longueurs de parcours est au moins 0,06 m, l'atténuation due à la barrière est zéro, et aucun autre calcul n'est requis. Dans d'autres cas, la différence des longueurs de parcours peut servir avec l'aide du tableau 3.7 à obtenir l'atténuation pour une barrière de longueur infinie.

Les calculs effectués en utilisant la différence des longueurs des parcours sont bons pour les barrières continues comme les bancs de terre, spécialement les clôtures, ou les rangées d'édifices. Cependant, les rangées d'édifices individuels suffisamment rapprochés (l'espace moyen entre les édifices étant moindre que 50 pour cent de la longueur moyenne des édifices) peuvent aussi fournir une certaine atténuation. Pour la première rangée de bâtiments obstruant le champ de vision entre la source et le point de réception, il faut attribuer une atténuation de barrière de 4 dB. On peut attribuer des atténuations additionnelles de 2 dB pour la deuxième, la troisième et la quatrième rangée respectivement. S'il se trouve à la fois une barrière continue et une ou plusieurs rangées d'édifices, une atténuation de 2 dB peut être attribuée pour chacune des trois premières rangées d'édifices interrompant le champ de vision à partir du sommet de la barrière au point de réception. L'atténuation combinée de la barrière continue et la (les) rangée (s) d'édifices ne peut pas dépasser 20 dB. Rappelons qu'il faut corriger ces atténuations pour la longueur réelle des rangées d'édifices, en suivant

la méthode décrite ci-après dans "la correction pour la longueur réelle due à une barrière".

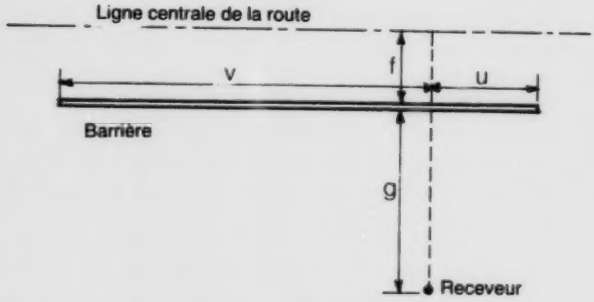


Fig. 3d — Vue dans le plan d'une barrière longeant la route

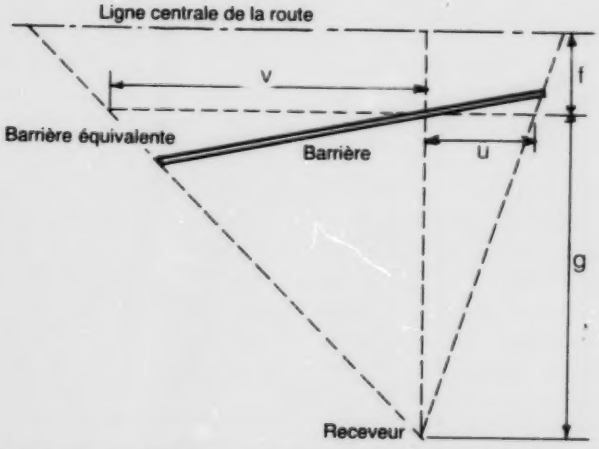


Fig. 3e — Vue dans le plan d'une barrière parallèle équivalente

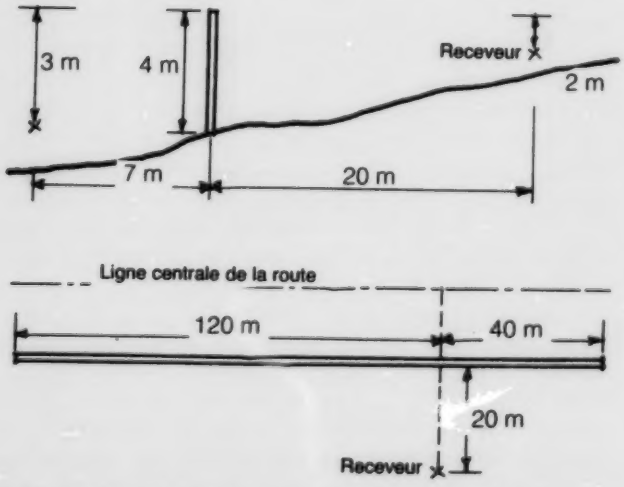


Fig. 3f — Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques

La correction pour la longueur réelle de la barrière

La fig. 3d montre une vue dans le plan d'une barrière. La ligne est la perpendiculaire tracée à partir du point de réception à la ligne centrale de la route et sa longueur est la plus courte distance à la route. Une barrière parallèle à la route divise cette distance en deux segments, un de longueur v et l'autre de longueur u.

Si la barrière n'est pas parallèle à la route, la méthode consiste à considérer une barrière équivalente parallèle à la route, comme le montre la fig. 3e. La barrière équivalente est représentée par la ligne pointillée parallèle à la route, à l'endroit où elle croise la barrière réelle et forme un écran pour la même portion du trafic.

Les valeurs des rapports u/g et v/g servent conjointement avec le tableau 3.6 à déterminer le rapport (w) de la longueur de la barrière effective. Si la valeur de w est inférieure à 10, le bruit peut atteindre une intensité appréciable au point de réception en passant par les bouts de la barrière. La valeur de w et la différence des longueurs de parcours (ou l'atténuation pour une barrière de longueur infinie), telles que déterminées dans la section précédente peuvent servir dans le tableau 3.7 pour obtenir l'atténuation pour la barrière réelle.

Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques

Dans l'exemple de la fig. 3f, la source est à 3 m au-dessous et à 7 m horizontalement du sommet de la barrière. La distance en ligne droite de la source au sommet de la barrière est:

$$a = \sqrt{(3x3) + (7x7)} = 7{,}62 \text{ m}$$

Les distances horizontale et verticale du sommet de la barrière au receveur sont 2 m et 20 m respectivement; la distance en ligne droite de la source au sommet de la barrière est

$$b = \sqrt{(2x2) + (20x20)} = 20{,}10 \text{ m}$$

Le point de réception est à 1 m au-dessus de la source et à 27 m horizontalement; la distance en ligne droite de la source au receveur est en conséquence

$c = \sqrt{(1x1) + (27x27)} = 27,02$ m.

La barrière n'obstrue pas le champ de vision de la source au receveur et la différence des longueurs de parcours est 7,62 + 20,10 - 27,02 = 0,70 m. Pour une barrière de longueur infinie, l'atténuation de barrière, comme le donne le tableau 3.7 est 13 dB.

D'après la fig. 3f, on voit que u = 40 m, v = 120 m et g = 20 m. Donc:

u/g = 40/20 = 2, v/g = 120/20 = 6.

Ces valeurs peuvent servir avec le tableau 3.6 à obtenir le rapport (w) de la longueur de barrière effective qui est 3.

La différence des longueurs de parcours (0,70 m) et le rapport w = 3 de la longueur de barrière effective peuvent servir avec l'aide du tableau 3.7 à donner l'atténuation de barrière pour la barrière réelle, laquelle est 10 dB.

L'annexe B donne d'autres exemples numériques montrant d'autres configurations de barrières courantes.

Tableau 3.1.1 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de vitesse permise est 40 kilomètres à l'heure

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds												
	0,0 à 1,9	2,0 à 3,7	3,8 à 6,0	6,1 à 8,9	9,0 à 12	13 à 17	18 à 22	23 à 30	31 à 39	40 à 50	51 à 65	66 à 83	84 à 100
1000	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
1250	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
1600	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
2000	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
2500	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
3150	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
4000	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
5000	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
6300	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
8000	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
10000	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
12500	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
16000	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
20000	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
25000	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
31500	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
40000	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
50000	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
63000	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
80000	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
100000	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
125000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
160000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
200000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
250000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.2 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de vitesse permise est 50 kilomètres à l'heure

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds												
	0,0 à 1,5	1,5 à 3,5	3,6 à 6,0	6,1 à 9,2	9,3 à 13	14 à 18	19 à 24	25 à 32	33 à 42	43 à 55	56 à 71	72 à 91	92 à 100
1000	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
1250	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1600	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
2000	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
2500	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
3150	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
4000	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
5000	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
6300	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
8000	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
10000	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
12500	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
16000	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
20000	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
25000	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
31500	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
40000	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
50000	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
63000	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
80000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
100000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
125000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
160000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
200000	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
250000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.3 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de la vitesse permise est 60 kilomètres à l'heure.

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds											
	0,0 à 1,7	1,8 à 4,0	4,1 à 6,8	6,9 à 10	11 à 14	15 à 20	21 à 27	28 à 36	37 à 47	48 à 61	62 à 79	80 à 100
1000	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1250	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
1600	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
2000	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
2500	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
3150	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
4000	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
5000	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
6300	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
8000	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
10000	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
12500	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
16000	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
20000	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
25000	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
31500	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
40000	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
50000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
63000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
80000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
100000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
125000	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
160000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
200000	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
250000	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.4 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de vitesse permise est 70 kilomètres à l'heure.

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds												
	0,0 à 0,6	0,7 à 2,7	2,8 à 5,5	5,6 à 8,9	9,0 à 13	14 à 18	19 à 25	26 à 34	35 à 44	45 à 58	59 à 75	76 à 97	98 à 100
1000	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
1250	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
1600	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
2000	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
2500	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
3150	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
4000	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
5000	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
6300	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
8000	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
10000	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
12500	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
16000	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
20000	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
25000	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
31500	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
40000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
50000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
63000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
80000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
100000	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
125000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
160000	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
200000	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
250000	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.5 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de vitesse permise est 80 kilomètres à l'heure.

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds											
	0,0 à 1,9	2,0 à 4,6	4,7 à 8,0	8,1 à 12	13 à 17	18 à 24	25 à 32	33 à 43	44 à 57	58 à 74	75 à 95	96 à 100
1000	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
1250	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1600	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
2000	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
2500	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
3150	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
4000	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
5000	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
6300	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
8000	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
10000	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
12500	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
16000	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
20000	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
25000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
31500	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
40000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
50000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
63000	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
80000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
100000	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
125000	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
160000	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
200000	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
250000	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.6 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de la vitesse permise est 90 kilomètres à l'heure.

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds											
	0,0 à 1,2	1,3 à 3,8	3,9 à 6,9	7,0 à 11	12 à 16	17 à 22	23 à 30	31 à 40	41 à 53	54 à 69	70 à 89	90 à 100
1000	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
1250	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
1600	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
2000	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
2500	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
3150	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
4000	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
5000	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
6300	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
8000	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
10000	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
12500	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
16000	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
20000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
25000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
31500	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
40000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
50000	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
63000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
80000	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
100000	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
125000	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
160000	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
200000	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
250000	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.7 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de la vitesse permise est 100 kilomètres à l'heure.

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds											
	0,0 à 0,9	1,0 à 3,4	3,5 à 6,4	6,5 à 10	11 à 15	16 à 21	22 à 29	30 à 38	39 à 51	52 à 66	67 à 85	86 à 100
1000	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
1250	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
1600	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
2000	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
2500	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
3150	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
4000	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
5000	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
6300	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
8000	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
10000	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
12500	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
16000	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
20000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
25000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
31500	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
40000	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
50000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
63000	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
80000	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
100000	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
125000	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
160000	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
200000	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
250000	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.1.8 - Le niveau du bruit équivalent à 30 m de la ligne centrale si la limite de la vitesse permise est 110 kilomètres à l'heure.

Circulation quotidienne (véhicules par 24 h)	Pourcentage de véhicules lourds											
	0,0 à 0,9	1,0 à 3,3	3,4 à 6,3	6,4 à 10	11 à 15	16 à 21	22 à 28	29 à 38	39 à 50	51 à 65	66 à 85	86 à 100
1000	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
1250	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
1600	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
2000	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
2500	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
3150	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
4000	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
5000	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
6300	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74
8000	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
10000	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
12500	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77
16000	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
20000	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
25000	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
31500	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81
40000	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82
50000	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
63000	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84
80000	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
100000	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
125000	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
160000	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
200000	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
250000	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90

REMARQUES

1) Lorsque le nombre réel de véhicules par 24 h n'est pas donné dans ce tableau, utiliser la valeur la plus proche.

2) Les valeurs dans ce tableau sont les niveaux pondérés A du bruit exprimés en dB.

Tableau 3.2 - La correction (en dB) à ajouter pour la pente de la route

Pourcentage de véhicules lourds	Pente 1%	2%	3%	4%	5%
0 - 7	0	1	1	1	2
8 - 12	1	1	2	2	3
13 - 17	1	1	2	3	3
18 ou plus	1	2	3	3	4

Tableau 3.3 - La correction (en dB) à ajouter pour l'interruption du trafic

Distance de l'intersection au receveur en (mètres)	Corrections (en dB)
0 - 59	2
60 - 150	1
supérieure à 150	0

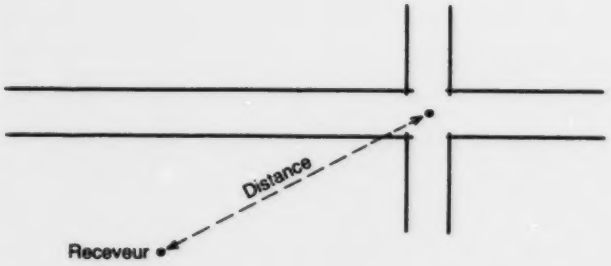


Tableau 3.4 - La hauteur équivalente de la source (en mètres) pour le trafic routier

Pourcentage de véhicules lourds	la vitesse du trafic en kilomètres à l'heure 40	50	60	70	80	90	100	110	
moins de 0,7	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	Hauteur
0,8 - 2,0	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	équivalente
2,1 - 2,0	1,1	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	de la source
4,1 - 4,0	1,4	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	(en mètres)
6,1 - 8,5	1,5	1,1	0,9	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	
8,6 - 12,0	1,6	1,2	1,0	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	
13,0 - 16,0	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	
17,0 - 22,0	1,8	1,4	1,2	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	
23,0 - 50,0	1,9	1,5	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,6	
51,0 - 100,0	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,7	

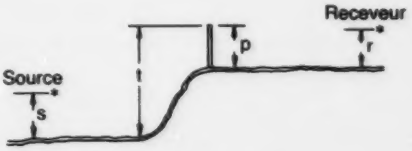
Tableau 3.5 - La correction (en dB) pour la distance de la source au receveur et pour la hauteur effective totale au-dessus du sol

La hauteur effective totale au-dessus du sol (en mètres)	LA DISTANCE HORIZONTALE (EN MÈTRES) DE LA SOURCE JUSQU'AU POINT DE RÉCEPTION																	
	11 à 11	11 à 14	15 à 18	19 à 22	23 à 27	28 à 35	36 à 45	46 à 57	58 à 72	73 à 90	91 à 112	113 à 142	143 à 180	181 à 225	226 à 275	276 à 350	351 à 450	451 ou plus
	La correction (en dB) pour une surface «acoustiquement molle» au-dessus du gazon ou du sol mou																	
58,0 ou plus	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-11	-13	-15
45,1 à 57,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-12	-14	-16
36,1 à 45,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-11	-13	-15	-17
28,1 à 36,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18
22,1 à 28,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19
18,1 à 22,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20
14,1 à 18,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-18	-20
11,1 à 14,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-17	-19	-21
9,1 à 11,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-18	-20	-21
7,1 à 9,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-17	-19	-20	-22
5,6 à 7,0	+5	+4	+3	+2	+1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-14	-16	-18	-19	-20	-22
4,1 à 5,5	+5	+4	+3	+2	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20	-21	-23
2,6 à 4,0	+5	+4	+3	+1	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-19	-21	-22	-24
jusqu'à 2,5	+5	+4	+3	+1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19	-21	-22	-23	-25
	Corrections (en dB) pour une surface «acoustiquement dure» au-dessus du pavage ou du sol dur																	
Toutes les hauteurs	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12

La hauteur effective totale au-dessus du sol

Aucune barrière
La hauteur effective totale = s + r

Avec barrière
La hauteur effective totale = s + t + p + r



Avec barrière (route abaissée)
La hauteur effective totale = s + t + p + r

Avec barrière (terrain abaissé)
La hauteur effective totale = s + t + p + r

La hauteur effective totale = s + p + r

La hauteur effective totale = s + t + r

Tableau 3.6 - Le rapport (w) de la longueur de la barrière effective pour les barrières asymétriques

Rapport v/g	Rapport u/g														
	au-dessus de 9,5	8,6 à 9,5	7,6 à 8,5	6,6 à 7,5	5,6 à 6,5	4,6 à 5,5	3,6 à 4,5	2,8 à 3,5	2,3 à 2,7	1,8 à 2,2	1,3 à 1,7	0,9 à 1,2	0,6 à 0,8	0,36 à 0,50	0,15 à 0,35	moins de 0,15
au-dessus de 9,5	10,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
8,6 - 9,5	9,0	9,0	8,0	7,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
7,6 - 8,5	9,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
6,6 - 7,5	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
5,6 - 6,5	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
4,6 - 5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
3,6 - 4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
2,8 - 3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
2,3 - 2,7	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
1,8 - 2,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
1,3 - 1,7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7
0,9 - 1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,5
0,6 - 0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3
0,36- 0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	0,5	0,3	0,0
0,15- 0,35	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,0
moins de 0,15	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0

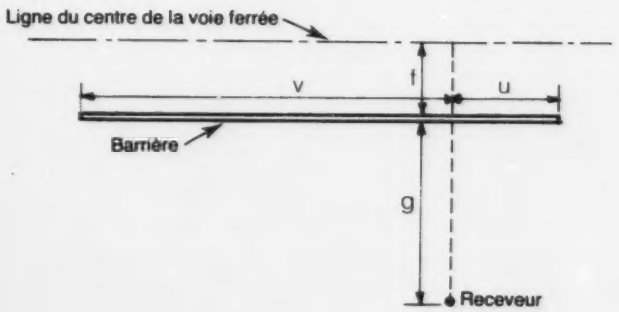


Fig. 3d — Vue dans le plan d'une barrière parallèle équivalente

REMARQUE

Lorsque u/g et v/g sont tous deux plus grands que 15, la barrière doit être traitée comme une barrière de longueur infinie.

Tableau 3.7 - L'atténuation de barrière (en dB) pour les diverses valeurs du rapport (w) de la longueur de la barrière effective

Différence des longueurs de parcours (en mètres)		Le rapport (w) de la longueur de la barrière effective 0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	Longueur infinie
		Atténuation de barrière en (dB)															
La	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
barrière	0,05	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
n'obstrue	0,04	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
pas le	0,03	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
champ	0,02	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
visuel	0,00	1	2	2	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
La	0,03	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
barrière	0,07	1	2	3	4	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
obstrue	0,13	1	2	3	4	6	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
le champ	0,20	1	2	3	4	6	7	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9
visuel	0,30	1	2	3	4	6	7	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10
	0,41	1	2	3	4	6	7	8	9	10	10	11	11	11	11	11	11
	0,55	1	2	3	4	6	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12
	0,79	1	2	3	4	6	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12	13
	1,0	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	12	13	13	13	13	14
	1,4	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	12	13	14	14	14	15
	1,8	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	13	14	14	14	15	16
	2,5	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	14	15	15	15	16	17
	3,3	1	2	3	4	6	8	9	11	12	13	15	15	16	16	17	18
	4,5	1	2	3	4	6	8	9	11	12	14	15	16	17	17	18	19
	6,0	2	3	3	5	7	8	10	11	13	15	16	17	18	18	19	20

Source: Le Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, juin 1980.

REMARQUE

Lorsque la différence des longueurs de parcours calculée ne se trouve pas dans le tableau, on doit utiliser la valeur la plus proche indiquée dans le tableau.

CHAPITRE 4 — LE BRUIT DU TRAFIC FERROVIAIRE

Table des matières

Section A - Le bruit du trafic ferroviaire
Introduction
Mise en garde
Les principales sources du bruit

Section B - La prévision du bruit extérieur provenant du trafic ferroviaire

1re étape Les caractéristiques du trafic
2e étape Le calcul du bruit des locomotives
3e étape Le calcul du bruit des roues sur les rails
4e étape La correction pour la distance
5e étape La correction pour les barrières

- *L'atténuation pour une barrière de longueur infinie*
- *La correction pour la longueur réelle d'une barrière*
- *Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques*

6e étape Le calcul du bruit du sifflement

Tableaux

4.1 Le bruit de la locomotive (en dB) à 30 m de la voie ferrée, pour le train se déplaçant à 80 kilomètres à l'heure.

4.2 La correction (en dB) pour le bruit de la locomotive à la vitesse réelle des trains.

4.3 Le bruit des roues sur les rails à 30 m de la voie ferrée.

4.4 La correction (en dB) pour la distance à partir de la source au receveur et pour la hauteur effective totale au-dessus du sol.

4.5 Le rapport (w) de la longueur de la barrière effective pour une barrière asymétrique.

4.6 L'atténuation de barrière (en dB) pour diverses valeurs du rapport (w) de la longueur de la barrière effective.

4.7 Le bruit du sifflement (en dB) pour un seul train voyageant à 80 kilomètres à l'heure si la surface du sol est "dure".

4.8 La correction (en dB) à soustraire du niveau du bruit du sifflement si la surface du sol est "molle".

4.9 La correction (en dB) pour le bruit du sifflement selon la vitesse et le nombre de trains par jour.

Figures

4a La hauteur totale effective au-dessus du sol.

4b Le modèle de la barrière fondamentale (coupe verticale).

4c Les dimensions nécessaires pour le calcul de l'atténuation due à une barrière.

4d Vue dans le plan d'une barrière le long de la voie ferrée.

4e Vue dans le plan d'une barrière parallèle équivalente.

4f Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques.

4g Vue dans le plan d'une barrière pour le bruit du sifflement là où le point de réception est en dedans de la zone du sifflement.

4h Vue dans le plan d'une barrière pour le bruit du sifflement là où le point de réception est hors de portée de la zone du sifflement.

Section A — Le bruit du trafic ferroviaire

Introduction

On peut essayer de comparer les effets du bruit des routes à celui des voies ferrées, vu que ces deux genres de bruits ont des niveaux élevés. Cependant, le bruit des voies ferrées est différent en ce qu'il constitue généralement une série d'événements séparés, tous de caractère semblable, tandis que le bruit des autoroutes est plus continu, avec des fluctuations occasionnelles.

Le bruit que font les trains vient de trois sources - la locomotive, le sifflement et l'interaction des roues avec les rails. Puisque la propagation du bruit à partir de ces sources est très différente, il faut évaluer séparément le bruit provenant de ces trois sources. La méthode décrite au chapitre 5 permet de combiner les contributions des trois composantes du bruit des chemins de fer.

Mise en garde

Il faut faire preuve de prudence lorsque le bâtiment est à moins de 100 m d'une ligne de chemin de fer. À ces distances, il est possible que le niveau de vibration soit très intense à l'intérieur du bâtiment à cause de la vibration du sol et du bruit aérien. Dans de telles situations, on recommande d'ériger des constructions solides et de consulter une personne qualifiée quant à d'autres formes de contrôle de la vibration qui pourraient être nécessaires.

Les principales sources du bruit

Il y a trois sources principales du bruit qui provient du matériel roulant des chemins de fer: le bruit de la locomotive, le mouvement des roues sur les rails et le sifflement retentissent directement sur l'intensité du bruit qu'un individu perçoit:

- La composition du train - le nombre de locomotives et de wagons du train se répercute à la fois sur le bruit des locomotives et des roues sur les rails.
- L'état de la voie ferrée - les longs rails unis et soudés sont moins bruyants que les rails courts entre les extrémités desquelles un léger espace fait fonction de joint d'expansion. Cependant, ces derniers rails ont servi de base pour l'élaboration de ces directives.
- La vitesse du train - le bruit de la locomotive et des roues sur les rails augmente avec la vitesse du train. Les variations de la vitesse changent la durée du bruit du sifflement.

Section B — La prévision du bruit extérieur provenant du trafic ferroviaire

Cette section donne l'esquisse d'un procédé qui permet de tenir compte des variables discutées dans la section A.

1re étape - Les caractéristiques du trafic

Pour déterminer le niveau du bruit que font la locomotive et les roues du train, les renseignements suivants (mis à la disposition des requérants par les agents chargés des opérations des chemins de fer) sont nécessaires, relativement à un endroit donné:

1.- La vitesse des trains en kilomètres à l'heure.

2.- Le nombre total des locomotives en 24 heures.

Remarque: Une automotrice est considérée comme une locomotive si elle est actionnée par un moteur Diesel ou comme deux wagons de chemin de fer si elle est actionnée à l'électricité.

3.- Le nombre total des wagons en 24 heures.

4.- En dedans de 750 m du lieu d'un développement résidentiel, le nombre total d'endroits (s'il y en a) où il faut activer le sifflet des locomotives.

2e étape - Le calcul du bruit des locomotives

Pour calculer le bruit que fait une locomotive, il faut connaître la vitesse moyenne du train et le nombre moyen de wagons que chaque locomotive tire. Ce nombre s'obtient en divisant le nombre de wagons par le nombre de locomotives pour la période de 24 heures.

Le niveau du bruit à une distance de 30 m de la ligne du centre de la voie ferrée pour un train se déplaçant à une vitesse de 80 kilomètres à l'heure s'obtient à l'aide du tableau 4.1.

Le tableau 4.2 donne les corrections qu'il faut ajouter à cette valeur pour connaître le niveau du bruit pour d'autres vitesses du train.

Pour les distances horizontales autres que 30 m, on utilise la méthode décrite à la 4e étape, pour la propagation au-dessus d'un sol "dur" ou "mou" selon le cas. Pour le bruit des locomotives, la hauteur de la source peut être considérée comme étant 4 m au-dessus de la voie ferrée.

La présence d'un obstacle qui obstrue le champ de vision entre la locomotive et le point d'observation peut réduire le bruit que font les locomotives. Si le champ de vision est obstrué, on calcule l'atténuation de barrière selon la méthode décrite à la 5e étape en utilisant une hauteur de source de 4 m au-dessus de la voie ferrée.

3e étape - Le calcul du bruit des roues sur les rails

C'est au moyen du tableau 4.3 qu'on obtient le niveau du bruit des roues sur les rails à un point situé à 30 m de la ligne du centre de la voie ferrée. On utilise la vitesse du train et le nombre de wagons obtenu à la 1re étape.

Pour les distances horizontales autres que 30 m, on utilise les méthodes décrites à la 4e étape pour la propagation au-dessus d'un sol "dur" ou "mou", selon le cas. Pour le bruit des roues sur les rails, on prend 0,5 m comme hauteur de la source au-dessus de la voie ferrée.

Si le champ de vision entre la source et le point d'observation est obstrué, on calcule l'atténuation de barrière à l'aide de la méthode décrite à la 5e étape en prenant 0,5 m comme hauteur de la source au-dessus de la voie ferrée.

4e étape - La correction pour la distance

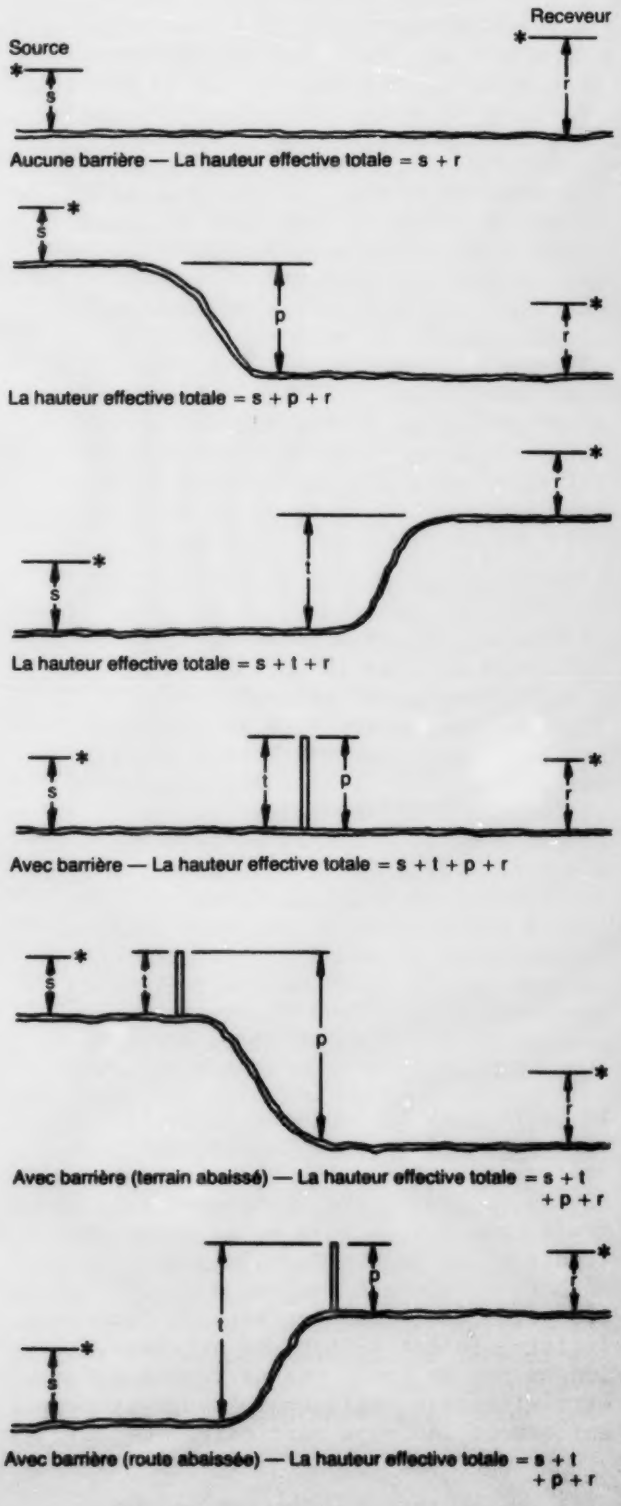
La façon de procéder jusqu'à la 4e étape donne les niveaux du bruit pour un point de perception à 30 m du centre de la voie ferrée, lorsque la surface du sol est "dure". Si le receveur n'est pas à 30 m du centre de la voie ou si la nature de la surface du sol est différente, le niveau du bruit peut être plus haut ou plus bas. En général, le niveau du bruit baisse à mesure que la distance entre la source et le receveur augmente.

Une surface "dure" du point de vue acoustique est celle qui réfléchit bien le son. Cela comprend les surfaces en béton, en asphalte, en argile ou en gravier tassé. Si plus de la moitié de la surface du terrain entre la source et le receveur est "dure", on devrait calculer la correction pour la distance en utilisant les données du tableau 4.4 pour un sol "dur".

Parce que la distance de la source à un point de réception au-dessus ou au-dessous de la hauteur de la source est plus longue que la distance horizontale, on devrait s'attendre à ce que le bruit extérieur soit plus faible aux étages supérieurs d'un édifice à plusieurs étages qu'au niveau du sol. Cependant, cette réduction du bruit extérieur est compensée par l'insonorisation de l'édifice à l'angle suivant lequel le son arrive. Pour cette raison, la correction pour la distance est basée uniquement sur la distance horizontale si la surface du sol est "dure".

Si plus de la moitié de la surface entre la source et le receveur est "molle" (par exemple, couverte de gazon, d'arbustes ou d'autres végétaux drus), il en résulte une réduction additionnelle du bruit si le son se propage de la source au receveur près du sol. La hauteur de la source et du receveur au-dessus du sol et la hauteur de n'importe quel obstacle ont un effet sur la réduction du bruit se propageant au-dessus d'une surface "molle". Il faut calculer une "hauteur totale effective" à partir des hauteurs mentionnées précédemment, en utilisant l'expression donnée dans les diagrammes appropriés dans la fig. 4a. Ensuite, en utilisant cette hauteur effective totale et la distance horizontale, on obtient la correction pour la distance à l'aide des données du tableau 4.4 pour une surface de sol "molle".

Fig. 4a — La hauteur effective totale au-dessus du sol



5e étape - La correction pour les barrières

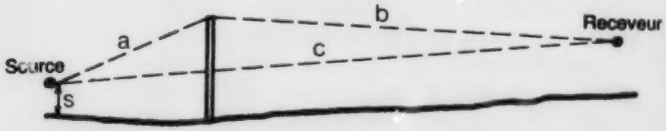
La présence de tout obstacle (excepté les arbres et les arbustes qui offrent très peu de protection contre le bruit) interposé dans le champ de vision entre la source du bruit et le point de réception peut réduire le bruit provenant des chemins de fer. Il est à noter que la source du bruit peut être au-dessus des assises de la voie ferrée comme il est indiqué aux étapes 2 et 3. La barrière peut être un terrassement, un abaissement ou un banc de terre, un ou plusieurs bâtiments, ou un mur spécialement construit. Si un mur est construit à cette fin, il doit avoir une surface non poreuse et peser au moins 5 kg/m^2 (10 kg/m^2 si l'atténuation due à la barrière est supérieure à 10 dB) et avoir très peu de trous ou de fissures.

L'"atténuation de barrière" est la réduction du niveau du bruit au point de réception par rapport au niveau du bruit qui existerait si la surface du sol était "dure" et si rien ne nuisait à la transmission du bruit de la source du bruit au receveur. Il faut noter que la correction pour la distance lorsque la surface du sol est "molle" est aussi fonction de la présence ou de l'absence d'une barrière. En fait l'addition d'une barrière produit une certaine atténuation causée par cette barrière, mais diminue la réduction du bruit que fournit une surface de sol mou. Le résultat de ces deux effets doit être évalué en tenant compte de l'efficacité d'une barrière proposée.

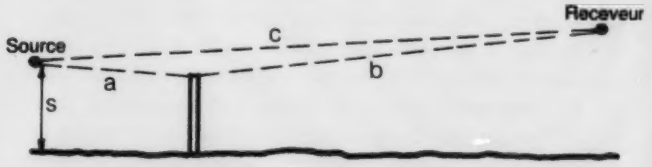
La hauteur et la longueur d'une barrière sont toutes deux importantes pour qu'elle soit en mesure de réduire efficacement le niveau du bruit. Par conséquent, il faut tenir compte à la fois de la coupe verticale et de la vue dans le plan. La méthode consiste à évaluer d'abord l'atténuation due à une barrière de "longueur infinie" (c'est-à-dire une barrière si longue que le bruit qui se répand par ses extrémités est négligeable) en considérant uniquement la coupe verticale. La modification de ce résultat pour tenir compte de la longueur de la barrière et de son emplacement par rapport à la voie ferrée (comme le montre une vue dans le plan) est ensuite décrite.

L'atténuation pour une barrière de longueur infinie

La fig. 4b qui représente une coupe verticale le long de la ligne qui va de la source du bruit au point de réception, montre la géométrie de la barrière fondamentale. La distance "s" est la hauteur de la source du bruit au-dessus de la voie ferrée qui a été précisée aux étapes 2 et 3.



La barrière obstrue le champ de vision



La barrière obstrue presque le champ de vision

Fig. 4b — Le modèle fondamental de barrière (coupe verticale)

Pour une barrière de "longueur infinie", l'atténuation de barrière est fonction de la différence entre la distance en ligne droite "c" de la source au receveur dans la fig. 4b et la somme des distances (a + b) de la source au sommet de la barrière et ensuite au receveur. Il s'agit en effet de "la différence des longueurs de parcours."

Le calcul de la différence des longueurs de parcours est très simple. La fig. 4c montre les distances horizontales et verticales pour les deux cas importants où la barrière obstrue le champ de vision ou encore lorsqu'elle réussit presque à l'obstruer.

On peut calculer les distances "a" et "b" à l'aide des expressions suivantes:

$$a = \sqrt{x^2 + f^2}$$

$$b = \sqrt{y^2 + g^2}$$

$$c = \sqrt{z^2 + (f + g)^2}$$

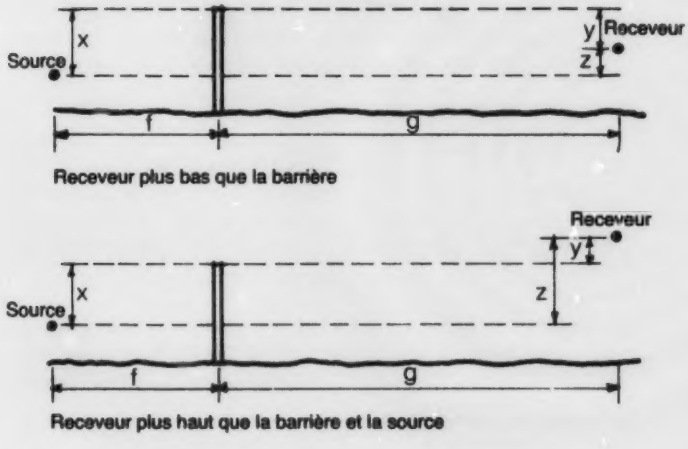


Fig. 4c — Les dimensions nécessaires pour le calcul de l'atténuation de barrière

Note: "x" est la différence d'élévation entre la source et le sommet de la barrière.
"y" est la différence d'élévation entre le receveur et le sommet de la barrière.
"z" est la différence d'élévation entre la source et le receveur.

Dans le calcul de la valeur de c, la distance utilisée est la somme exacte des deux autres distances horizontales et les distances verticales sont la somme ou la différence exacte de x et y, comme il est indiqué dans la fig. 4c. Toutes les racines carrées sont calculées avec une précision de 0,01 m. Rappelons qu'il n'est pas nécessaire de fournir une telle précision pour les distances f et g.

(Remarque: les calculatrices électroniques bon marché qui permettent de calculer les carrés et les racines carrées sont faciles à obtenir.)

La différence des longueurs de parcours est égale à a + b - c. Si la barrière n'obstrue pas le champ de vision de la source au receveur et la différence des longueurs de parcours est au moins 0,06 m, l'atténuation due à la barrière est zéro, et aucun autre calcul n'est requis. En d'autres cas, la différence des longueurs de parcours peut servir à obtenir avec l'aide du tableau 4.6 l'atténuation pour une barrière de longueur infinie.

Les calculs effectués en utilisant la différence des longueurs de parcours sont bons pour les barrières continues, comme des bermes, des remblais, des clôtures spécialement construites ou des rangées de bâtiments. Cependant, des rangées d'édifices individuels suffisamment rapprochés (l'espace moyen entre les édifices étant moindre que 50 pour 100 de la longueur moyenne des édifices) peuvent aussi fournir une certaine atténuation. Pour la première rangée d'édifices obstruant le champ de vision entre la source et le point de réception, on calcule une atténuation de barrière de 4 dB. On peut attribuer d'autres atténuations de 2 dB pour chacune des trois autres rangées additionnelles. S'il se trouve à la fois une barrière continue et une ou plusieurs rangées d'édifices, on peut attribuer une atténuation de 2 dB par rangée pour chacune des trois premières rangées d'édifices obstruant le champ de vision du sommet de la barrière au point de réception. La somme des atténuations pour la barrière continue et la (les) rangée (s) d'édifices ne peut dépasser 20 dB. Rappelons qu'il faut corriger ces atténuations pour la longueur réelle des rangées d'édifices, suivant la méthode décrite dans "La correction pour la longueur réelle due à une barrière" à la prochaine section.

La correction pour la longueur réelle de la barrière

La fig. 4d donne une vue dans le plan d'une barrière. Une ligne à partir du point de réception à la ligne du centre de la voie ferrée coupe la barrière en deux segments, un de longueur v et l'autre de longueur u.

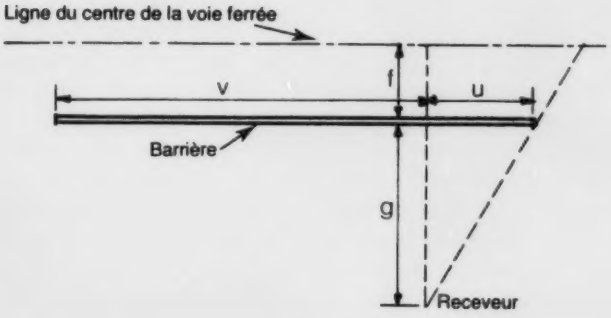


Fig. 4d — Vue dans le plan d'une barrière longeant la voie ferrée

Si la barrière n'est pas parallèle à la voie ferrée, la méthode consiste à considérer une barrière équivalente parallèle à la voie ferrée, comme le montre la fig. 4e. La barrière équivalente est représentée par la ligne pointillée parallèle au chemin de fer et cachant la même portion de la voie ferrée.

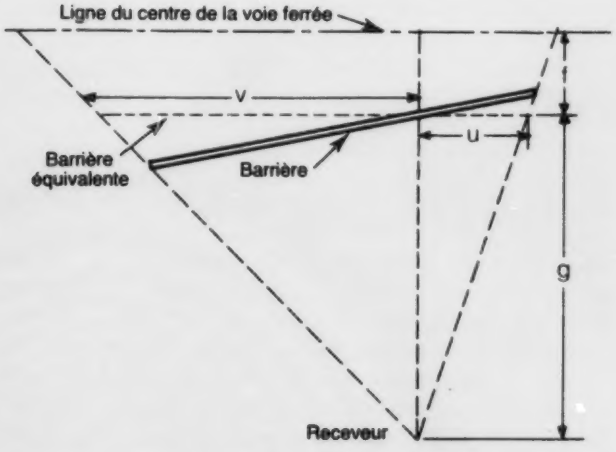


Fig. 4e — Vue dans le plan d'une barrière parallèle équivalente

Les valeurs des rapports u/g et v/g servent conjointement avec le tableau 4.5 à déterminer le rapport (w) de la longueur de la barrière effective. Si la valeur de w est inférieure à 10, un bruit intense peut atteindre le point de réception en passant aux extrémités de la barrière. La valeur de w et l'atténuation pour une barrière de "longueur infinie" telles que déterminées dans la section ci-devant peuvent servir à l'aide du tableau 4.6 à obtenir l'atténuation de la barrière réelle.

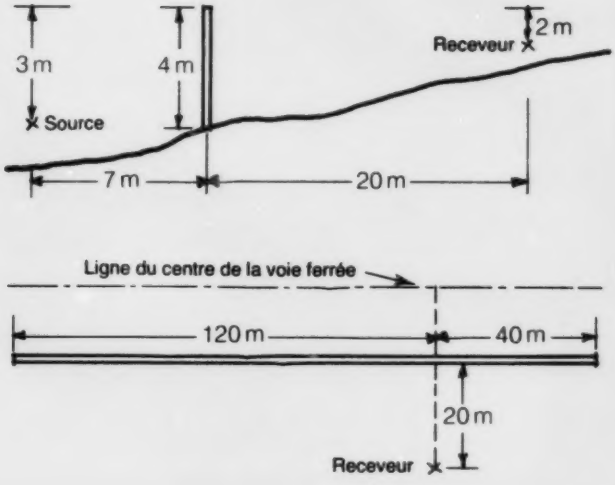


Fig. 4f — Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques

Un exemple de la façon de procéder avec des valeurs numériques.

Dans cet exemple, la source est à 3 m au-dessous et à 7 m horizontalement du sommet de la barrière. La distance en ligne droite de la source au sommet de la barrière est:

$$a = \sqrt{(3 \times 3) + (7 \times 7)} = 7{,}62 \text{ m.}$$

Les distances verticale et horizontale du sommet de la barrière au receveur sont 2 m et 20 m respectivement; la distance en ligne droite de la source au sommet de la barrière est:

$$b = \sqrt{(2 \times 2) + (20 \times 20)} = 20{,}10 \text{ m.}$$

Le point de réception est à 1 m au-dessus de la source et à 27 m horizontalement; la distance en ligne droite de la source au receveur est donc:

$$c = \sqrt{(1 \times 1) + (27 \times 27)} = 27{,}02 \text{ m}.$$

La barrière n'obstrue pas le champ de vision de la source au receveur et la différence des longueurs de parcours est 7,62 + 20,10 - 27,02 = 0,70 m. Pour une barrière de longueur infinie, l'atténuation de barrière, comme le donne le tableau 4.6, est 13 dB.

D'après la fig. 4f on voit que u = 40 m, v = 120 m et g = 20 m. Donc:

$$u/g = 40/20 = 2$$
$$v/g = 120/20 = 6.$$

Ces valeurs peuvent servir conjointement avec l'aide du tableau 4.5 à obtenir le rapport (w) de la longueur de la barrière effective, qui est 3.

La différence des longueurs de parcours (0,70 m) et le rapport (w = 3) de la longueur de la barrière effective peuvent maintenant servir avec l'aide du tableau 4.6 à donner l'atténuation pour la barrière réelle, laquelle est 10 dB.

L'annexe B donne d'autres exemples numériques montrant d'autres configurations de barrières courantes.

6^{e} étape - Le calcul du bruit du sifflement

Lorsqu'il faut avertir, la loi exige de déclencher le sifflement du sifflet à 400 m avant et de continuer jusqu'au point où cet avertissement est nécessaire. La vitesse du train n'altère pas l'intensité du bruit du sifflement, mais elle change la durée du bruit et, par conséquent, son niveau.

Le niveau du bruit à un endroit est fonction de la distance de cet endroit à la ligne du centre de la voie ferrée, et de la distance de ce point sur la voie ferrée au point où il est nécessaire d'avertir. Le tableau 4.7 donne le bruit du sifflement pour un seul train passant à 80 kilomètres à l'heure (en supposant que la moitié des trains s'approchent du point d'avertissement de chaque direction).

Si le terrain entre la voie ferrée et le point de réception est raisonnablement plat et a une surface "molle", on peut apporter une correction "d'atténuation de terrain". Pour le bruit du sifflement, la source se trouve à 4 m au-dessus de la voie ferrée et la distance du point de réception au point le plus proche où le sifflet retentit est prise comme la distance horizontale. Étant donné la géométrie spéciale de la zone du sifflement, il est préférable de traiter individuellement les corrections pour la distance et pour l'atténuation due au terrain. Le tableau 4.7 contient les corrections pour la distance, et le tableau 4.8 donne la correction additionnelle pour l'atténuation due au terrain. Finalement, pour tenir compte du nombre réel de trains et de leur vitesse moyenne, il faut ajouter la correction donnée au tableau 4.9.

La présence d'une barrière qui obstrue le champ de vision entre la source et le point de réception peut réduire le bruit du sifflement, dont la source se trouve à 4 m au-dessus de la voie ferrée.

La méthode décrite à la 5^{e} étape peut servir à calculer l'"atténuation due à la barrière", sauf que les fig. 4g ou 4h remplacent la fig. 4d. Ici, la ligne du receveur au point le plus proche de la zone du sifflement est répartie en deux segments, f et g, par la barrière. La ligne divise aussi la barrière en deux segments, un de longueur v et l'autre de longueur u. Si la barrière n'est pas parallèle à la voie ferrée, on fait le calcul pour une barrière parallèle équivalente intersectant la ligne au même point et cachant la même portion de la voie ferrée. C'est ce qu'illustre la fig. 4e.

Les longueurs g, u et v servent comme il est décrit dans "La correction pour la longueur réelle de la barrière" dans la 5^{e} étape.

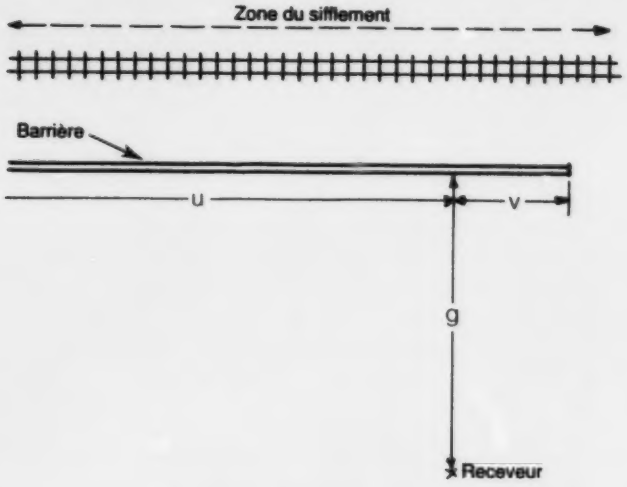


Fig. 4g — Vue dans le plan d'une barrière pour le bruit du sifflement lorsque le point de réception se trouve à l'intérieur de la zone du sifflement

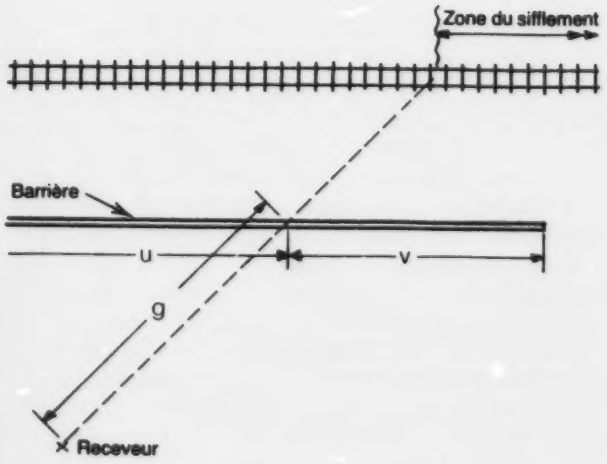


Fig. 4h — Vue dans le plan d'une barrière pour le bruit du sifflement lorsque le point de réception est hors de portée de la zone du sifflement

Tableau 4.1 - Le bruit de la locomotive (en dB) à 30 m de la voie ferrée pour le train voyageant à la vitesse de 80 kilomètres à l'heure

Nombre total des locomotives par jour	Nombre moyen de wagons/locomotives 1-4	5-11	12-18	19-25	26-32	33-39	40-46	47-53
4 ou moins	50	51	52	53	54	55	56	57
5	51	52	53	54	55	56	57	58
6	52	53	54	55	56	57	58	59
7 - 8	53	54	55	56	57	58	59	60
9 - 10	54	55	56	57	58	59	60	61
11 - 13	55	56	57	58	59	60	61	62
14 - 17	56	57	58	59	60	61	62	63
18 - 22	57	58	59	60	61	62	63	64
23 - 28	58	59	60	61	62	63	64	65
29 - 35	59	60	61	62	63	64	65	66
36 - 45	60	61	62	63	64	65	66	67
46 - 56	61	62	63	64	65	66	67	68
57 - 71	62	63	64	65	66	67	68	69
72 - 90	63	64	65	66	67	68	69	70
91 - 110	64	65	66	67	68	69	70	71
111 - 142	65	66	67	68	69	70	71	72
143 - 180	66	67	68	69	70	71	72	73
181 - 225	67	68	69	70	71	72	73	74

Tableau 4.2 - La correction en dB pour le bruit de la locomotive, à la vitesse réelle du train

Vitesse réelle du train en km/h	Jusqu'à 34	35-43	44-51	52-61	62-74	75-86	87-105	supérieure à 105
Correction (en dB)	-5	-4	-3	-2	-1	0	-1	-2

Tableau 4.3 - Le bruit des roues sur les rails (en dB) à 30 m de la voie ferrée

Nombre total de wagons par jour	Vitesse du train (en km/h)												
	jusqu'à 27	28 à 29	30 à 34	35 à 40	41 à 47	48 à 53	54 à 61	62 à 72	73 à 84	85 à 97	98 à 111	112 à 129	plus de 129
jusqu'à 70	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
71 - 90	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55
91 - 110	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
111 - 140	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
141 - 180	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58
181 - 220	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
221 - 280	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
281 - 350	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
351 - 440	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
441 - 560	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63
561 - 700	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
701 - 890	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
891 - 1120	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
1121 - 1400	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67
1401 - 1770	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
1771 - 2230	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
2231 - 2800	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70

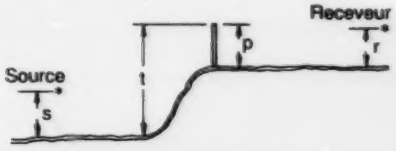
Tableau 4.4 - La correction (en dB) pour la distance de la source au receveur et pour la hauteur totale effective au-dessus du sol

La hauteur effective totale au-dessus du sol (en mètres)	LA DISTANCE HORIZONTALE (EN MÈTRES) DE LA SOURCE JUSQU'AU POINT DE RÉCEPTION																	
	11 à 11	15 à 14	19 à 18	23 à 22	28 à 27	36 à 35	46 à 45	58 à 57	73 à 72	91 à 90	113 à 112	143 à 142	181 à 180	226 à 225	276 à 275	351 à 350	451 à 450	ou plus
	Correction (en dB) si la surface est "acoustiquement molle"																	
58,0 ou plus	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-11	-13	-15
45,1 à 57,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-10	-12	-14	-16
36,1 à 45,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-9	-11	-13	-15	-17
28,1 à 36,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18
22,1 à 28,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19
18,1 à 22,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-20
14,1 à 18,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-18	-20
11,1 à 14,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-17	-19	-21
9,1 à 11,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-18	-20	-21
7,1 à 9,0	+5	+4	+3	+2	+1	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-17	-19	-20	-22
5,6 à 7,0	+5	+4	+3	+2	+1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-14	-16	-18	-19	-20	-22
4,1 à 5,5	+5	+4	+3	+2	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-15	-17	-18	-20	-21	-23
2,6 à 4,0	+5	+4	+3	+1	0	-2	-4	-6	-8	-10	-12	-14	-16	-18	-19	-21	-22	-24
jusqu'à 2,5	+5	+4	+3	+1	-1	-3	-5	-7	-9	-11	-13	-15	-17	-19	-21	-22	-23	-25
	Correction (en dB) si la surface est "acoustiquement dure"																	
Toutes les hauteurs	+5	+4	+3	+2	+1	0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-11	-12

La hauteur effective totale au-dessus du sol

Aucune barrière
La hauteur effective totale = s + r

Avec barrière
La hauteur effective totale = s + t + p + r



Avec barrière (route abaissée)
La hauteur effective totale = s + t + p + r

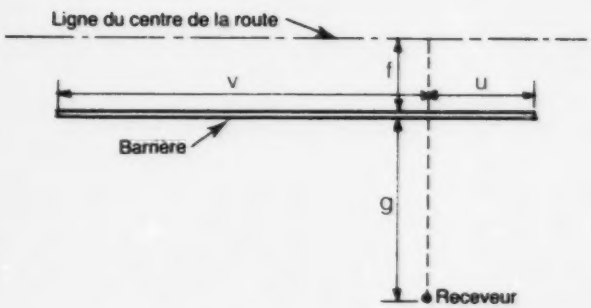
Avec barrière (terrain abaissé)
La hauteur effective totale = s + t + p + r

La hauteur effective totale = s + p + r

La hauteur effective totale = s + t + r

Tableau 4.5 - Le rapport (w) de la longueur de la barrière effective pour une barrière asymétrique

Rapport v/g / au-dessus de	au-dessus de 9,5	8,6 à 9,5	7,6 à 8,5	6,6 à 7,5	5,6 à 6,5	4,6 à 5,5	3,6 à 4,5	2,8 à 3,5	2,3 à 2,7	1,8 à 2,2	1,3 à 1,7	0,9 à 1,2	0,6 à 0,8	0,36 à 0,5	0,15 à 0,35	moins de 0,15
9,5	10,0	9,0	9,0	8,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
8,6 - 9,5	9,0	9,0	8,0	7,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
7,6 - 8,5	9,0	8,0	8,0	7,0	7,0	6,0	5,0	4,0	4,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
6,6 - 7,5	8,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
5,6 - 6,5	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
4,6 - 5,5	6,0	6,0	6,0	6,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
3,6 - 4,5	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
2,8 - 3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
2,3 - 2,7	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
1,8 - 2,2	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7
1,3 - 1,7	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,5	1,5	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7
0,9 - 1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7	0,5
0,6 - 0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	0,5	0,5	0,3
0,36- 0,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	0,5	0,5	0,3	0,0
0,15- 0,35	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,3	0,0
moins de 0,15	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0



REMARQUE

Lorsque u/g et v/g sont tous deux plus grands que 15, la barrière sera traitée comme si elle avait une longueur infinie.

Tableau 4.6 - L'atténuation de barrière (en dB) pour diverses valeurs du rapport (w) de la longueur de la barrière effective

Différence des longueurs de parcours (en mètres)		Le rapport (w) de la longueur de la barrière effective															Longueur infinie
		0,3	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	
		Atténuation de barrière en (dB)															
La	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
barrière	0,05	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
n'obstrue	0,04	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
pas le	0,03	1	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
champ	0,02	1	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
visuel	0,00	1	2	2	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
La	0,03	1	2	3	4	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
barrière	0,07	1	2	3	4	5	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7	7
obstrue	0,13	1	2	3	4	6	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
le champ	0,20	1	2	3	4	6	7	7	8	9	9	9	9	9	9	9	9
visuel	0,30	1	2	3	4	6	7	8	9	9	10	10	10	10	10	10	10
	0,41	1	2	3	4	6	7	8	9	10	10	11	11	11	11	11	11
	0,55	1	2	3	4	6	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12	12
	0,79	1	2	3	4	6	8	9	10	11	11	12	12	12	12	12	13
	1,0	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	12	13	13	13	13	14
	1,4	1	2	3	4	6	8	9	10	11	12	12	13	14	14	14	15
	1,8	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	13	14	14	14	15	16
	2,5	1	2	3	4	6	8	9	10	12	13	14	15	15	15	16	17
	3,3	1	2	3	4	6	8	9	11	12	13	15	15	16	16	17	18
	4,5	1	2	3	4	6	8	9	11	12	14	15	16	17	17	18	19
	6,0	2	3	4	5	7	8	10	11	13	15	16	17	18	18	19	20

Source: Le Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, juin 1980.

REMARQUE

Lorsque la différence des longueurs de parcours ne se trouve pas dans le tableau, on devrait utiliser la valeur la plus proche dans le tableau.

Tableau 4.7 - Le bruit du sifflement (en dB) pour un seul train voyageant à une vitesse de 80 kilomètres à l'heure si la surface du sol est "dure"

La plus courte distance à la voie ferrée (en mètres)	Distance le long de la voie ferrée à partir du point d'avertissement (en mètres)														
	jusqu'à 320	321 à 365	366 à 395	396 à 417	418 à 432	433 à 447	448 à 462	463 à 477	478 à 502	503 à 535	536 à 565	566 à 602	603 à 655	656 à 715	716 ou plus
jusqu'à 13	59	58	57	53	50	48	47	46	45	44	42	41	40	39	38
14 - 16	58	57	56	53	50	48	47	46	45	44	42	41	40	39	38
17 - 21	57	56	55	52	50	48	47	46	45	43	42	41	40	39	38
22 - 27	56	55	54	52	50	48	47	46	45	43	42	41	40	39	38
28 - 33	55	54	53	51	49	48	47	46	45	43	42	41	40	39	38
34 - 40	54	53	52	50	49	48	46	46	45	43	42	41	40	39	38
41 - 47	53	52	51	49	48	47	46	46	45	43	42	41	40	39	38
48 - 55	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
56 - 65	51	50	49	48	47	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38
66 - 80	50	49	48	48	47	46	45	44	44	43	42	41	40	39	38
81 - 97	49	48	47	47	46	45	44	44	43	42	41	41	40	39	38
98 - 115	48	47	46	46	46	45	44	44	43	42	41	41	40	39	38
116 - 135	47	46	45	45	45	44	44	44	43	42	41	40	39	38	38
136 - 165	46	45	44	44	44	43	43	43	42	41	41	40	39	38	38
166 - 195	45	44	43	43	43	43	42	42	42	41	41	40	39	38	37
196 - 225	44	43	43	43	42	42	42	42	42	41	40	40	38	38	37
226 - 260	43	42	42	42	42	41	41	41	41	40	40	39	38	38	37
261 - 295	42	42	41	41	41	41	41	41	41	40	39	38	38	37	36
296 - 340	41	41	41	41	40	40	40	40	40	39	39	38	37	37	36
341 - 400	40	40	40	40	39	39	39	39	39	38	38	37	37	36	36
401 - 460	39	39	39	39	39	38	38	38	38	37	37	37	36	36	35
461 ou plus	39	38	38	38	38	38	38	37	37	37	37	37	36	36	35

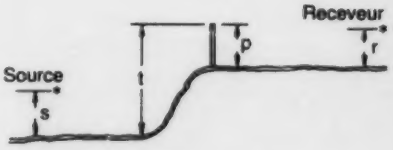
Tableau 4.8 - La correction (en dB) à soustraire du niveau du bruit du sifflement si la surface du sol est "molle"

Hauteur effective totale au-dessus du sol (en mètres)	La plus courte distance horizontale à la voie ferrée (en mètres)																
	jusqu'à 14	15 à 18	19 à 22	23 à 27	28 à 35	36 à 45	46 à 57	58 à 72	73 à 90	91 à 112	113 à 142	143 à 180	181 à 225	226 à 275	276 à 350	351 à 450	451 ou plus
58,0 ou plus	0													0	1	2	3
45,1 à 57,0	0												0	1	2	3	4
36,1 à 45,0	0											0	1	2	3	4	5
28,1 à 36,0	0										0	1	2	3	4	5	6
22,1 à 28,0	0									0	1	2	3	4	5	6	7
18,1 à 22,0	0								0	1	2	3	4	5	6	7	8
14,1 à 18,0	0							0	1	2	3	4	5	6	7	7	8
11,1 à 14,0	0						0	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9
9,1 à 11,0	0					0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	9
7,1 à 9,0	0				0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10
5,6 à 7,0	0			0	1	2	3	4	5	6	7	7	8	9	9	10	10
4,1 à 5,5	0		0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	9	9	10	10	11

La hauteur effective totale au-dessus du sol

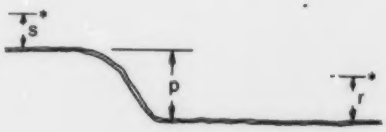
Aucune barrière
La hauteur effective totale = s + r

Avec barrière
La hauteur effective totale = s + t + p + r

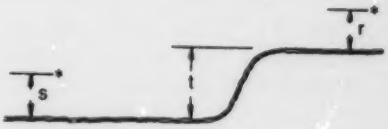


Avec barrière (route abaissée)
La hauteur effective totale = s + t + p + r

Avec barrière (terrain abaissé)
La hauteur effective totale = s + t + p + r



La hauteur effective totale = s + p + r



La hauteur effective totale = s + t + r

Tableau 4.9 - La correction (en dB) pour le bruit du sifflement selon la vitesse et le nombre de trains par jour

Nombre de trains par jour	Vitesse réelle du train (en kilomètres à l'heure)							
	jusqu'à 27	28 à 35	36 à 45	46 à 56	57 à 72	73 à 90	91 à 114	plus de 114
1	5	4	3	2	1	0	-1	-2
2	8	7	6	5	4	3	2	1
3	10	9	8	7	6	5	4	3
4	11	10	9	8	7	6	5	4
5	12	11	10	9	8	7	6	5
6	13	12	11	10	9	8	7	6
7- 8	14	13	12	11	10	9	8	7
9-10	15	14	13	12	11	10	9	8
11-13	16	15	14	13	12	11	10	9
14-17	17	16	15	14	13	12	11	10
18-22	18	17	16	15	14	13	12	11
23-28	19	18	17	16	15	14	13	12
29-35	20	19	18	17	16	15	14	13
36-45	21	20	19	18	17	16	15	14
46-56	22	21	20	19	18	17	16	15
57-71	23	22	21	20	19	18	17	16
72-90	24	23	22	21	20	19	18	17
91-110	25	24	23	22	21	20	19	18
111-142	26	25	24	23	22	21	20	19
143-180	27	26	25	24	23	22	21	20
181-225	28	27	26	25	24	23	22	21

CHAPITRE 5 — LA COMBINAISON DES NIVEAUX DU BRUIT

Table des matières

Les niveaux du bruit provenant d'une seule et de plusieurs sources

Introduction
Les niveaux du bruit provenant d'une seule source
La combinaison des niveaux du bruit provenant de plusieurs sources
Un exemple de la combinaison des niveaux du bruit provenant de plusieurs sources.

Tableau

5.1 La correction pour les niveaux des bruits combinés exprimée en dB.

Les niveaux du bruit provenant d'une seule et de plusieurs sources

Introduction

Les chapitres 3 et 4 ont traité de méthodes qui permettent de prévoir le niveau du bruit qu'occasionne la circulation routière ou ferroviaire près d'un endroit où l'on projette un développement résidentiel. Il faut considérer deux autres points lorsqu'il s'agit d'évaluer le bruit auquel un bâtiment sera exposé:

- Parce que la structure même du bâtiment protège quelques côtés contre le bruit d'une route voisine, il faut considérer chaque mur séparément pour déterminer le niveau du bruit auquel il est exposé, et partant l'insonorisation qui permet de s'en protéger.

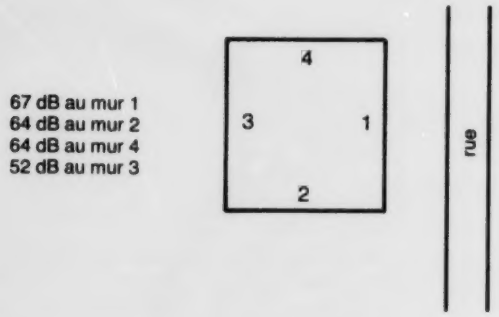
- Puisqu'en plusieurs endroits, plus d'une route ou d'une voie ferrée contribuent au niveau du bruit qui parvient au mur d'un édifice, il faut une méthode permettant de combiner les contributions qu'apportent plusieurs sources de bruit.

Les niveaux du bruit provenant d'une seule source

Pour un mur d'un édifice qui donne sur une route, le niveau du bruit peut se calculer en suivant les étapes du chapitre 3 ou 4. Pour les murs perpendiculaires à la route (les murs 2 et 4 dans le diagramme montré ci-dessous) les niveaux du bruit sont de 3 dB plus bas car l'édifice protège ces murs contre la moitié de la source du bruit. Pour le mur à couvert de la route ou de la voie ferrée, l'édifice procure un abaissement additionnel de niveau de 15 dB.

Pour une seule rangée d'édifices parallèles à la route, les mêmes règles peuvent s'appliquer. S'il se trouve d'autres bâtiments sur lesquels le bruit peut se réfléchir vers le mur "à l'abri" (le mur 3 dans le diagramme), seule une réduction de 10 dB peut être attribuée par rapport au niveau du bruit au mur 1.

Exemple: Pour l'édifice représenté dans le diagramme ci-dessous, si le calcul de la section 3 a donné une valeur de 67 dB au mur 1, les niveaux aux quatre murs devraient être:



Remarque: Pour de plus gros édifices comme des maisons en rangée, il peut être nécessaire de tenir compte de la réduction du bruit à mesure que la distance à partir de la route ou de la voie ferrée augmente. L'annexe E, Exemple E.4, donne un exemple de ce calcul.

La combinaison des niveaux du bruit provenant de plusieurs sources

Lorsque le bruit qui parvient à un mur d'un édifice est émis par un certain nombre de sources, il faut d'abord évaluer le niveau du bruit provenant de chaque source et ensuite combiner progressivement les niveaux selon la méthode décrite ci-dessous. Vu que les niveaux du bruit sont exprimés en décibels, on ne peut les additionner directement. Pour combiner les bruits de deux sources, il faut d'abord déterminer la différence numérique entre les niveaux, et ensuite additionner au plus haut niveau la correction appropriée inscrite au tableau 5.1. On peut inclure l'effet d'une troisième source en répétant le calcul effectué pour combiner le troisième niveau avec le résultat obtenu de l'effet des deux premiers niveaux, et ainsi de suite.

Exemple: **Déterminer le niveau combiné pour le niveau A - 59 dB, le niveau B - 65 dB et le niveau C - 69 dB.**

La différence entre le niveau A et le niveau B est 6 dB.

La correction tirée du tableau 5.1	1 dB
Le plus haut des deux niveaux	65 dB
Les niveaux A et B combinés	66 dB

La différence entre ce niveau combiné et le niveau C est 3 dB.

La correction tirée du tableau 5.1	2 dB
Le plus haut des deux niveaux	69 dB
	71 dB

Ainsi, le niveau combiné total est 71 dB.

Un exemple de la combinaison des niveaux des bruits provenant de plusieurs sources

L'édifice illustré dans le diagramme à droite subit l'influence de la route A, de la route B et de la voie ferrée C.

Le niveau du bruit provenant de chaque source est déterminé comme dans les chapitres 3 et 4. En supposant que le calcul du bruit de la route A au mur 1 donne 65 dB, alors aux points moyens des murs 2 et 4, la route A produit 62 dB, et sur le mur 3, la contribution est 50 dB. De même, les bruits parvenant au mur 2 en provenance de la route B et de la voie ferrée C peuvent être respectivement 66 dB et 70 dB, et sur les murs 1 et 3, 63 et 67 dB. Les niveaux des bruits aux quatre murs se déterminent alors en combinant les niveaux à l'aide du tableau 5.1 avec les résultats donnés ci-dessous.

Source	Mur 1	Mur 2	Mur 3	Mur 4
Route A	65 dB	62 dB	50 dB	62 dB
Route B	63 dB	66 dB	63 dB	51 dB
Voie ferrée C	67 dB	70 dB	67 dB	55 dB
Le niveau combiné	70 dB	72 dB	69 dB	63 dB

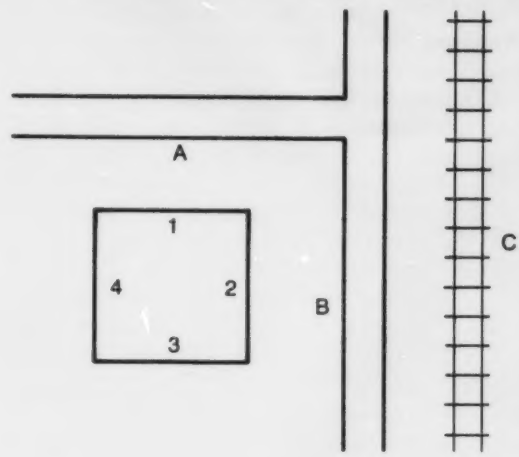


Tableau 5.1 — Les corrections pour les niveaux des bruits combinés exprimés en dB

Si le niveau le plus haut dépasse le plus bas de	ajouter cette correction au niveau le plus haut
0 - 1 dB	3 dB
2 - 4 dB	2 dB
5 - 9 dB	1 dB
plus de 10 dB	0 dB

CHAPITRE 6 — LES DIVERS NIVEAUX D'INSONORISATION ADÉQUATE

Table des matières

Section A - L'insonorisation adéquate
Introduction
La méthode de calcul
D'autres méthodes de ventilation
D'autres méthodes

Tableaux

6.1 Le facteur d'insonorisation requis
6.2 Les facteurs d'insonorisation pour divers genres de fenêtres
6.3 Les facteurs d'insonorisation pour divers genres de murs extérieurs
6.4 Les facteurs d'insonorisation pour divers genres de portes extérieures
6.5 Les pourcentages de la surface des composants par rapport à la surface totale du plancher d'une pièce.

Section A — L'insonorisation adéquate

Introduction

Lorsque les niveaux du bruit sont entre 55 dB et 75 dB, il est recommandé de munir les nouveaux édifices d'une insonorisation adéquate. En outre, il faut prendre des précautions pour fournir un espace d'agrément convenable à l'extérieur où le niveau du bruit est de 55 dB ou moins.

"Une insonorisation adéquate" doit être assimilée à celle que l'on réalise dans un logement conformément aux recommandations établies dans le présent ouvrage.

Les plans de toits conventionnels conformes aux Normes de construction résidentielle réduisent suffisamment le bruit de sorte que l'on peut ne tenir aucun compte des toits dans les calculs qui s'inspirent de ces directives. Les autres composants de la coquille extérieure ou l'"enveloppe" d'un édifice comprennent les fenêtres, les portes et les murs. Pour obtenir la réduction recommandée du bruit, chaque composant doit fournir un degré approprié d'insonorisation.

Le Conseil national de recherches a développé la méthode suivant laquelle, après avoir déterminé le niveau du bruit en dB, il est possible de choisir des composants qui fournissent un degré adéquat d'insonorisation. Ces composants sont dits "composants appropriés de l'édifice".

La méthode pour choisir les composants appropriés de l'édifice est fondée sur un facteur d'insonorisation (FI) qui tient compte du type de pièces à l'étude, du nombre de composants formant l'enveloppe des pièces et du niveau du bruit extérieur.

Parce que l'édifice protégera au moins partiellement certains murs contre les bruits de n'importe quelle route de circulation, une pièce pourra avoir au moins deux murs extérieurs exposés à divers niveaux de bruit. Pour bénéficier des plus bas niveaux du bruit auquel sont exposés les murs à l'abri, la méthode considère chaque mur séparément.

La méthode de calcul

La méthode suivante permet de déterminer les composants appropriés de l'édifice pour chaque mur extérieur d'une pièce:

1re étape

Calculer le niveau du bruit extérieur pour chaque mur, suivant les méthodes détaillées aux chapitres 3, 4 et 5.

2e étape

Déterminer la catégorie de la pièce:

- chambre à coucher
- salle de séjour, salle à manger, salle de divertissements
- cuisine, salle de bain, vestibule, pièces de service, etc.

3e étape

Déterminer le nombre de composants qui forment l'enveloppe extérieure de la pièce. Rappelons que:

- là ou tout mur extérieur est protégé contre le bruit, comme il est expliqué dans le chapitre 5, et où le niveau du bruit est 55 dB ou moins, les composants de ce mur ne sont pas inclus dans le calcul;

- le nombre réel de portes et de fenêtres n'affecte pas le FI qui est calculé par rapport à la surface totale de ces composants pour chaque mur;

- là où une pièce a plus d'un mur extérieur, déterminer le nombre de composants pour chaque mur extérieur et ajouter ce nombre pour obtenir le nombre de composants pour la pièce.

4e étape

Pour chaque mur extérieur, obtenir le facteur d'insonorisation (en utilisant le nombre total de composants pour la pièce et le niveau du bruit extérieur pour ce mur) dans la section appropriée du tableau 6.1.

5e étape

Choisir les types appropriés de fenêtres, de murs et de portes extérieurs dans les tableaux 6.2, 6.3 et 6.4, respectivement, en utilisant le FI obtenu. Si le FI calculé ne correspond pas directement à une valeur de FI donnée dans les tableaux, on utilise la plus haute valeur suivante. Tous les composants ainsi indiqués constituent le minimum acceptable recommandé par la Société.

L'usage des tableaux exige un calcul du pourcentage de la surface totale de chaque composant dans chaque mur extérieur par rapport à la surface du plancher de la pièce. Les surfaces appropriées étant calculées, les pourcentages sont obtenus dans le tableau 6.5.

À partir d'essais effectués à l'égard de divers composants tant au laboratoire qu'à pied d'oeuvre, le Conseil national de recherches a compilé les données des tableaux 6.2, 6.3 et 6.4. Ces valeurs sont sujettes à révision de temps à autre à mesure que les méthodes et les normes de construction changent et que les résultats d'essais additionnels sur le terrain deviennent disponibles et sont évalués.

D'autres méthodes de ventilation

Les valeurs du FI dans les tableaux s'appliquent à des portes et des fenêtres fermées et calfeutrées. Puisque les fenêtres conventionnelles ne peuvent satisfaire aux critères d'insonorisation lorsqu'elles sont ouvertes pour la ventilation, la Société exige d'autres moyens de ventilation si le niveau du bruit qui atteint ce mur est au-dessus de 55 dB (voir l'annexe C).

D'autres méthodes

Lorsqu'un demandeur désire accorder plus d'attention au problème du bruit et de l'insonorisation, on lui conseille de consulter un expert en acoustique.

Note: Si pour des motifs qui n'ont rien à voir avec l'acoustique, on choisit un constituant dont le FI excède les exigences par 10 dB au moins, on n'est pas obligé de le considérer comme un élément de la pièce, et le FI pour les autres composants est réduit. Pour le bruit des routes ou des rails, seuls trois types de composants sont pertinents: les portes extérieures,

les fenêtres et les murs extérieurs. On ne tient aucunement compte des toits avec greniers, parce que la plupart des toits construits au Canada ont des valeurs de FI qui excèdent sensiblement les exigences pour les endroits où le niveau du bruit à l'extérieur est moins de 75 dB (A).

Tableau 6.1 - Le facteur d'insonorisation (FI) requis

Niveau du bruit atteignant les murs de l'édifice (en dB)	Chambres à coucher								Salle de séjour, salle à manger, salle de divertissement								Cuisine, salles de bain							
	Nombre de composants formant l'enveloppe de la pièce																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
55	22	25	27	28	29	30	31	31	17	20	22	23	24	25	26	26	12	15	17	18	19	20	21	21
56	23	26	28	29	30	31	32	32	18	21	23	24	25	26	27	27	13	16	18	19	20	21	22	22
57	24	27	29	30	31	32	33	33	19	22	24	25	26	27	28	28	14	17	19	20	21	22	23	23
58	25	28	30	31	32	33	34	34	20	23	25	26	27	28	29	29	15	18	20	21	22	23	24	24
59	26	29	31	32	33	34	35	35	21	24	26	27	28	29	30	30	16	19	21	22	23	24	25	25
60	27	30	32	33	34	35	36	36	22	25	27	28	29	30	31	31	17	20	22	23	24	25	26	26
61	28	31	33	34	35	36	37	37	23	26	28	29	30	31	32	32	18	21	23	24	25	26	27	27
62	29	32	34	35	36	37	38	38	24	27	29	30	31	32	33	33	19	22	24	25	26	27	28	28
63	30	33	35	36	37	38	39	39	25	28	30	31	32	33	34	34	20	23	25	26	27	28	29	29
64	31	34	36	37	38	39	40	40	26	29	31	32	33	34	35	35	21	24	26	27	28	29	30	30
65	32	35	37	38	39	40	41	41	27	30	32	33	34	35	36	36	22	25	27	28	29	30	31	31
66	33	36	38	39	40	41	42	42	28	31	33	34	35	36	37	37	23	26	28	29	30	31	32	32
67	34	37	39	40	41	42	43	43	29	32	34	35	36	37	38	38	24	27	29	30	31	32	33	33
68	35	38	40	41	42	43	44	44	30	33	35	36	37	38	39	39	25	28	30	31	32	33	34	34
69	36	39	41	42	43	44	45	45	31	34	36	37	38	39	40	40	26	29	31	32	33	34	35	35
70	37	40	42	43	44	45	46	46	32	35	37	38	39	40	41	41	27	30	32	33	34	35	36	36
71	38	41	43	44	45	46	47	47	33	36	38	39	40	41	42	42	28	31	33	34	35	36	37	37
72	39	42	44	45	46	47	48	48	34	37	39	40	41	42	43	43	29	32	34	35	36	37	38	38
73	40	43	45	46	47	48	49	49	35	38	40	41	42	43	44	44	30	33	35	36	37	38	39	39
74	41	44	46	47	48	49	50	50	36	39	41	42	43	44	45	45	31	34	36	37	38	39	40	40
75	42	45	47	48	49	50	51	51	37	40	42	43	44	45	46	46	32	35	37	38	39	40	41	41

Tableau 6.2 - Le facteur d'insonorisation (FI) requis pour divers types de fenêtres

Pourcentage de la surface de fenêtre par rapport à la surface totale du plancher de la pièce (1)															Vitrage simple	Vitrage double de l'épaisseur indiquée					Vitrage triple			
4	5	6	8	10	13	16	20	25	32	40	59	63	80		verre de 2 et 2 mm	verre de 3 et 3 mm	verre de 4 et 4 mm	verre de 3 et 6 mm	verre de 6 et 6 mm	verre de 3,3 et 3 mm		verre de 3,3 et 6 mm	
Facteur d'insonorisation (FI) (2)															Épaisseur	Espace entre les vitres en mm (3)					Espace entre les vitres en mm (5)			
35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22		2 mm	6								
36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23			13								
37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24		3 mm	15	6							
38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25		4 mm–6 mm	18	13	6						
39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26			22	16	13	6	6	6	6		
40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27		9 mm (4)	28	20	16	13	13	6	10	6	6
41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28			35	25	20	16	16	6	15	6	10
42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29		12 mm (4)	42	32	25	20	20	6	20	6	15
43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30			50	40	32	25	24	6	30	6	20
44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31			63	50	40	32	30	6	40	6	30
45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32			80	63	50	40	37	6	50	6	40
46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33			100	80	63	55	50	6	65	6	50
47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34			125	100	80	75	70	6	80	6	65
48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35			150	125	100	95	90	6	100	6	80
49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36				150	125	100	100			6	100
50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37					150	135	125				

Source: Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, juin 1980

Notes explicatives

1) Lorsque le pourcentage de la surface de la fenêtre ne se trouve pas comme en-tête de colonne, il faut utiliser la colonne des pourcentages la plus proche dans les valeurs du tableau.
2) Les FI donnés dans le tableau le sont pour des fenêtres munies d'un coupe-bise, bien ajustées et ouvrables. Les valeurs des FI sont valables uniquement quand les fenêtres sont fermées. Pour les fenêtres fixées et scellées au cadre, ajouter trois (3) au FI donné dans le tableau.
3) Si l'espace entre les vitres ou l'épaisseur du verre pour une fenêtre à vitrage double ne sont pas donnés dans le tableau, les plus proches valeurs données doivent être utilisées.
4) Les valeurs du FI pour le verre de 9 et 12 mm s'appliquent uniquement au verre laminé; pour le verre ordinaire, soustraire deux (2) des valeurs du FI données dans le tableau.
5) Si l'espace entre les vitres pour une fenêtre à triple vitrage n'est pas donné dans le tableau, prendre la valeur dont les espaces combinés sont les plus proches de l'espace combiné réel.
6) Les FI indiqués dans le tableau conviennent à des fenêtres typiques, mais les détails concernant le montage des vitres, la manière dont elles sont scellées, etc. peuvent donner des résultats un peu différents pour les produits de certains manufacturiers. Si les données de laboratoire sur la perte de transmission du son (selon la méthode d'essai ASTM E-90) sont disponibles, elles doivent être utilisées pour calculer le FI.
7) Pour simplifier les choses, les dimensions des vitres sont indiquées sous la forme 2 (100) 2 pour dénoter le verre de 2 mm (espace de 100 mm) le verre de 2 mm dans les exemples.

Tableau 6.3 - Le facteur d'insonorisation (FI) pour divers types de murs extérieurs

	Pourcentage de la surface du mur extérieur par rapport à la surface totale du plancher de la pièce											Type de mur extérieur
	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160	
Facteur d'insonorisation	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	EW1
	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	EW2
	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	EW3
	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	EW4
	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	EW1R
	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	EW2R
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	EW3R
	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	EW5
	56	55	54	53	52	51	50	49	48	47	46	EW4R
	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48	EW6
	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	EW7 ou EW5R
	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	EW8

Source: Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, décembre 1980.

Notes explicatives

1) Là où le pourcentage calculé de la surface de mur ne se trouve pas comme en-tête de colonne, on doit utiliser la colonne de pourcentages la plus proche dans le tableau.
2) La structure ordinaire des murs EW1 à EW5 est composée d'une planche de gypse de 12,7 mm d'un coupe-vapeur et de poteaux de 38 X 89 mm et de 50 mm (ou plus) de laine minérale ou de nattes isolantes de fibres de verre.
3) EW1 désigne un mur extérieur, comme dans la note 2), plus un revêtement, plus un parement en bois ou en métal, et un panneau de fibre.
   EW2 désigne un mur extérieur, comme dans la note 2), plus un isolant rigide (25-30 mm), et un parement en bois ou en métal et un panneau de fibre.
   EW3 désigne un comble brisé avec une structure, comme dans la note 2), plus un revêtement, une charpente en menaux de 28 X 89 mm, un revêtement et une couverture d'asphalte.
   EW4 désigne un mur extérieur, comme dans la note 2) plus un revêtement et 20 mm de stuc.
   EW5 désigne un mur extérieur, comme dans la note 2), plus un revêtement, un espace d'air de 25 mm et un placage de brique de 100 mm.
   EW6 désigne un mur extérieur composé d'une planche de gypse de 12,7 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm), d'un bloc de soutien de 100 mm et de brique de parement de 100 mm.
   EW7 désigne un mur extérieur composé d'une planche de gypse de 12,7 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm), d'un bloc de soutien de 140 mm et de brique de parement de 100 mm.
   EW8 désigne un mur extérieur composé d'une planche de gypse de 12,7 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm) et de 200 mm de béton.
4) R signifie que la planche de gypse est montée sur des agrafes élastiques.
5) Un mur extérieur conforme aux principes de plans d'étanchéité à la pluie et composé d'une planche de gypse de 12,7 mm, d'un bloc de béton de 100 mm, d'un isolant rigide (25-50 mm), d'un espace d'air de 25 mm et d'un placage de brique de 100 mm, a le même FI que EW6.
6) Un mur extérieur comme celui qui est décrit en EW1 avec l'addition d'isolant rigide (25-50 mm) entre le revêtement et le fini extérieur a le même FI que EW2.

Tableau 6.4 - Le facteur d'insonorisation (FI) pour divers types de portes extérieures

	Le pourcentage de la surface totale des portes par rapport à la surface totale de la pièce									Type de porte
	4	5	6,3	8	10	12,5	16	20	25	
Facteur d'insono-risation	30	29	28	27	26	25	24	23	22	D1
	34	33	32	31	30	29	28	27	26	D2
	36	35	34	33	32	31	30	29	28	D3
	37	36	35	34	33	32	31	30	29	D4
	38	37	36	35	34	33	32	31	30	D5 ou D1-sd
	41	40	39	38	37	36	35	34	33	D2-sd
	43	42	41	40	39	38	37	36	35	D3-sd
	44	43	42	41	40	39	38	37	36	D4-sd
	45	44	43	42	41	40	39	38	37	D5-sd
	48	47	46	45	44	43	42	41	40	D3-D3
	50	49	48	47	46	45	44	43	42	D5-D5

Source: Conseil national de recherches du Canada, Division des recherches sur le bâtiment, décembre 1980.

Notes explicatives

1) Là où le pourcentage calculé de la surface de la porte ne se trouve pas comme en-tête de colonne, on doit utiliser la colonne des pourcentages la plus proche dans le tableau.
2) Toutes les portes principales doivent être entièrement munies d'un coupe-bise.
3) D1 désigne une porte en bois de 45 mm à âme creuse (jusqu'à 20% de la surface est vitrée).
   D2 désigne une porte de plastique de 45 mm, renforcée de fibre de verre, à âme isolée avec de la mousse ou de la fibre de verre (jusqu'à 20% de la surface est vitrée).
   D3 désigne une porte de bois isoplane massive de 35 mm.
   D4 désigne une porte en acier de 45 mm à âme isolée avec de la mousse ou de la fibre de verre.
   D5 désigne une porte isoplane massive de 45 mm.
4) sd désigne une double porte de bois ou d'aluminium avec des sections vitrées ouvrables. Les valeurs des FI s'appliquent lorsque les sections vitrées sont fermées.

Tableau 6.5 - Les pourcentages de la surface des composants relativement à la surface totale d'une pièce

Surface totale des fenêtres, des portes ou des murs extérieurs en mètres carrés	Surface totale du plancher de la pièce en mètres carrés														
	2,7 à 3,2	3,3 à 4,1	4,2 à 5,2	5,3 à 6,6	6,7 à 8,3	8,4 à 10,4	10,5 à 13,0	13,1 à 16,6	16,7 à 20,8	20,9 à 26,0	26,1 à 33,1	33,2 à 41,3	41,4 à 52,1	52,2 à 65,7	65,8 à 88,3
0,42 à 0,52	16	12,5	10	8	6,3	5	4								
0,53 à 0,66	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4							
0,67 à 0,83	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4						
0,84 à 1,04	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4					
1,05 à 1,30	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4				
1,31 à 1,67	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4			
1,68 à 2,04	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4		
2,1 à 2,6	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4	
2,7 à 3,2	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5	4
3,3 à 4,1	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3	5
4,2 à 5,2	160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8	6,3
5,3 à 6,6		160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10	8
6,7 à 8,3			160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5	10
8,4 à 10,4				160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16	12,5
10,5 à 13,0					160	125	100	80	63	50	40	32	25	20	16
13,1 à 16,6						160	125	100	80	63	50	40	32	25	20
16,7 à 20,8							160	125	100	80	63	50	40	32	25
20,9 à 26,0								160	125	100	80	63	50	40	32
26,1 à 33,1									160	125	100	80	63	50	40
33,2 à 41,3										160	125	100	80	63	50
41,4 à 51,2											160	125	100	80	63

CHAPITRE 7 — ANNEXES

Table des matières

Annexe A - Les méthodes graphiques permettant de prévoir le niveau du bruit

Les caractéristiques des sources du bruit du trafic routier
Les caractéristiques des sources du bruit du trafic ferroviaire
La propagation du bruit
Les barrières

Tableaux

A.1 Les valeurs de t pour les limites de vitesse permise

A.2 La correction (en dB) à ajouter pour l'interruption du trafic

Figures

A.1 La prévision du niveau du bruit équivalent [$L_{éq}$ (24 h)] à 30 m de la ligne du centre (avant les corrections)

A.2 La correction à ajouter pour le niveau du bruit équivalent prévu afin de tenir compte des pentes de la route

A.3 La hauteur équivalente de la source du bruit du trafic routier pour diverses conditions de la circulation

A.4 La prévision du niveau du bruit équivalent issu de l'interaction entre les roues et les rails $L_{éq}$ (24 h) à 30 m de la ligne du centre (avant les corrections)

A.5 La prévision du niveau du bruit équivalent issu des locomotives [($L_{éq}$ (24 h)] à 30 m à partir de la ligne du centre (avant les corrections)

A.6 La détermination de la hauteur totale effective pour le calcul de l'atténuation due au sol

A.7 La détermination de la hauteur totale effective pour le calcul de l'atténuation due au sol lorsqu'une barrière sert d'obstacle aux ondes sonores

A.8 La correction à ajouter au niveau de son équivalent prévu $L_{éq}$ pour tenir compte de l'atténuation due au sol

A.9 La correction apportée à l'atténuation de barrière pour tenir compte du son issu d'une extrémité de la barrière

A. 10 La détermination du "rapport selon l'aspect de la barrière" pour une extrémité de la barrière

Annexe B - Quelques considérations sur les barrières

Le calcul exact de l'atténuation de barrière
Les calculs d'échantillons de barrière

Figures

B.1 Le modèle fondamental d'une barrière (coupe verticale)

B.2 Dimensions nécessaires pour le calcul de l'atténuation de barrière

B.3 Réduction prévue en $L_{éq}$ qu'une barrière de longueur infinie peut effectuer

Calculs

B.1 L'utilisation d'un banc de terre comme barrière

B.2 La dénivellation utilisée comme barrière, le receveur étant plus haut que la source

B.3 Le bâtiment utilisé comme barrière

B.4 Le mur ou la clôture utilisée comme barrière

B.5 La dénivellation utilisée comme barrière, la source étant plus haute que le receveur.

Annexe C - Autres méthodes de ventilation

Tableau C.1 Les facteurs d'insonorisation pour les fenêtres ouvertes

Figure C.1 Le ventilateur d'évacuation
Figure C.2 L'arrivée d'air frais

Annexe D - Le calcul du facteur d'insonorisation (FI) à partir de données de laboratoire

La méthode de calcul détaillé.
L'évaluation du facteur d'insonorisation (FI) à partir du nombre qui exprime le degré de transmission du son (NTS).

Tableaux

D.1 Variations de la source normale pour le calcul du facteur d'insonorisation (FI)

D.2 La conversion approximative à partir du NTS au FI pour les portes et les fenêtres

D.3 Conversion approximative du NTS au FI pour les murs extérieurs.

Figure D.1 Exemple numérique de la méthode de calcul du NTS

Annexe E - Quelques exemples de calculs

Le niveau du bruit

- *Pour une seule route*
- *Pour une seule voie ferrée*
- *Pour plus d'une source*

L'insonorisation

E.1 Bungalows donnant par derrière sur une rue principale

E.2 Maisons en rangée parallèles à une route et à une voie ferrée

E.3 Un immeuble d'appartements de 10 étages parallèle à une autoroute à 4 voies

E.4 Maisons en rangée construites en forme de U et donnant par derrière sur une autoroute à 4 voies.

Annexe F - Feuille de calculs en blanc

Annexe A

Méthode graphique permettant de prévoir le niveau du bruit.

Les caractéristiques des sources du bruit du trafic routier (voir chapitre 3).

Il est possible de déterminer à l'aide de la fig. A.1 le niveau du bruit à une distance de 30 m de la ligne centrale d'une route de niveau uniforme (sans pente). Cette figure donne le niveau du bruit pour plusieurs limites de vitesse permise en tant que fonction du nombre effectif de véhicules (N_{eff}) qui est calculé à l'aide de l'expression suivante:

$$N_{eff} = N \left[1 + x \, (t - 1) \right]$$

où N désigne le nombre total de véhicules par 24 heures:

x désigne la fraction de N qui représente les véhicules lourds et

t le coefficient tiré du tableau A.1

Tableau A.1 - Les valeurs de t pour les limites de vitesse permise

Vitesse permise (km/h)	Valeur de t
40	21
50	18
60	16
70	14
80 ou plus	13

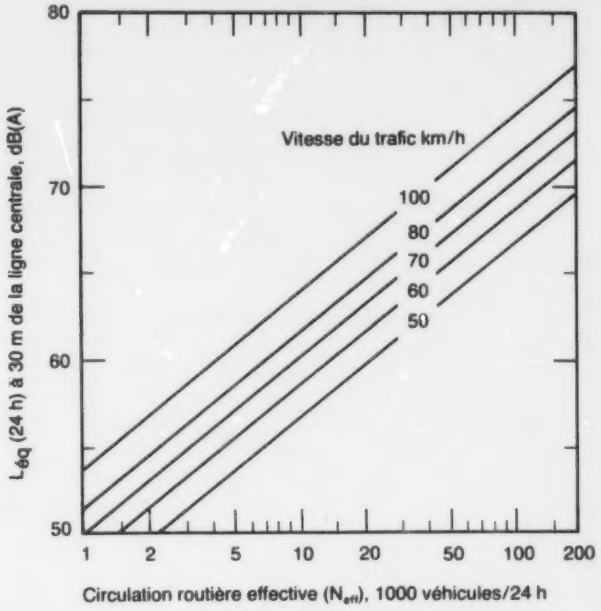


Fig. A.1
La prévision du niveau du bruit équivalent [$L_{éq}$ (24 h)] à 30 m de la ligne du centre (avant les corrections)

Les corrections données dans la fig. A.2 et le tableau A.2 peuvent modifier le niveau de la source s'il y a une pente ou un arrêt proche.

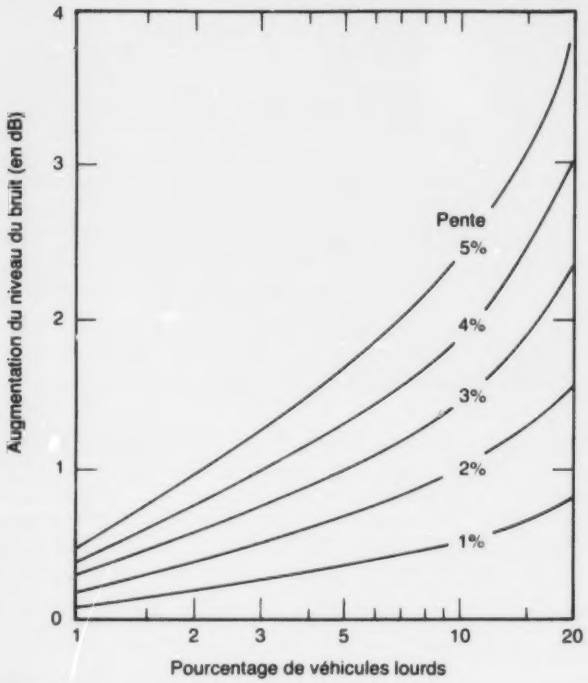
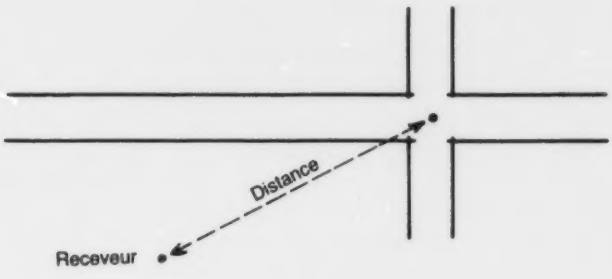


Fig. A.2
La correction à ajouter pour le niveau du bruit équivalent prévu [L_{eq} (24 h)] afin de tenir compte des pentes de la route

Tableau A.2 - La correction (en dB) à ajouter pour l'interruption du trafic

Distance de l'intersection au receveur (en mètres)	Correction (en dB)
0 - 60	2
60 - 150	1
plus de 150	0



Pour le calcul des autres corrections à apporter au niveau du bruit, il faut déterminer la hauteur de la source du bruit au-dessus de la route. Les véhicules légers sont assimilés à une seule source à 0,3 m au-dessus de la surface de la route, tandis que les véhicules lourds sont perçus comme deux sources, le bruit des pneus à 0,3 m et celui du moteur à 2,5 m au-dessus de la surface. Ces sources dépendent différemment de la vitesse, de sorte que la fig. A.3 tient compte uniquement du niveau de source équivalente, qui est fonction à la fois de la vitesse et du pourcentage des véhicules lourds.

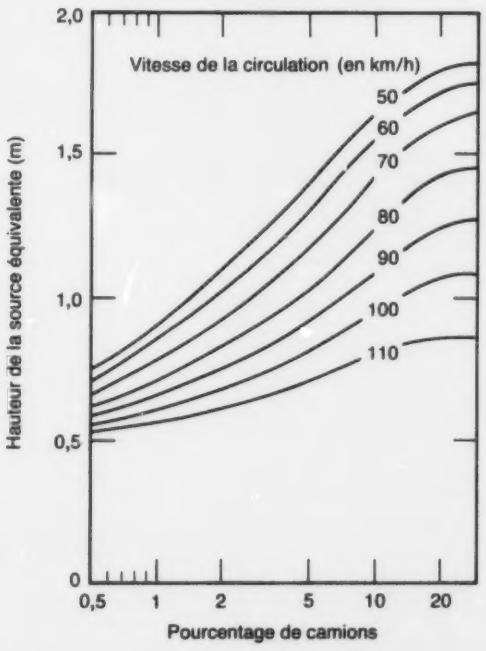


Fig. A.3
La hauteur équivalente de la source du bruit du trafic routier pour diverses conditions de la circulation

Les caractéristiques des sources du bruit du trafic ferroviaire (voir chapitre 4).

Le bruit des roues sur les rails à 30 m comme une fonction du nombre de wagons par 24 heures est donné dans la fig. A.4 pour plusieurs vitesses. Le graphique s'applique aux rails joints en bonne condition; pour des rails continus soudés, les valeurs prévues doivent être réduites de 3 dB. La source du bruit est considérée comme étant à 0,5 m au-dessus de la voie ferrée.

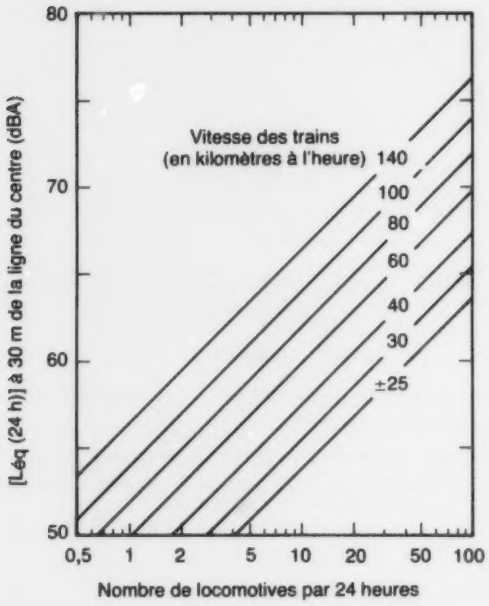


Fig. A.4

La prévision du niveau du bruit équivalent issu de l'interaction entre les roues et les rails [$L_{éq}$ (24 h)] à 30 m de la ligne du centre (avant les corrections)

Le bruit des locomotives ne dépend pas seulement de la vitesse des trains, mais aussi du nombre de wagons. Dans la fig. A.5, le bruit des locomotives à 30 m est donné en fonction du nombre de locomotives par jour, pour plusieurs valeurs du paramètre de la charge. Le calcul du paramètre s'obtient au moyen de l'équation suivante:

Paramètre de la charge =

$$0{,}15C + 13{,}5 \ (\log S) + 2{,}5$$

où C est le nombre moyen de wagons par locomotive et S, la vitesse du train en kilomètres à l'heure. Le bruit de la locomotive est pris comme étant à une hauteur de source de 4 m au-dessus de la voie ferrée.

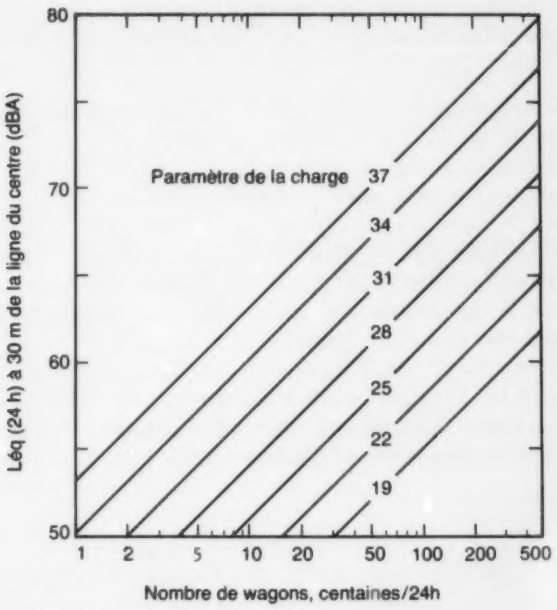


Fig. A.5

La prévision du niveau du bruit équivalent issu de locomotives [($L_{éq}$ (24 h)] à 30 m à partir de la ligne du centre (avant les corrections)

Ces façons de procéder ne donneront pas des résultats valables pour des cas spéciaux comme les cours de triage, les courbes de faibles rayons (rayons moindres que 200 m) ou un chemin de fer élevé sur un chevalet.

Si un sifflement se fait entendre à une traverse à niveau, il faut se reporter à la 6^{e} étape du chapitre 4.

La propagation du bruit

Une fois déterminé le niveau du bruit fondamental, à une distance repère de 30 m à partir de la ligne du centre de la route ou du chemin de fer, il faut faire les corrections pour la distance de la source réelle au receveur.

Si le sol est "dur", on peut s'attendre à une diminution de 3 dB chaque fois que la distance double, mais lorsque la surface est couverte de gazon ou d'autres plantes, il peut se produire une réduction additionnelle.

Une élévation appréciable de la source au-dessus de la surface ou d'autres changements qui élèvent le parcours de la propagation du son réduisent aussi l'atténuation due au sol; ce problème est résolu par le concept d'une "hauteur totale effective", qui pour la base du niveau est égale à la somme des hauteurs de la source et du receveur. Comme la fig. A.6 le montre, cela se fonde sur la prémisse selon laquelle l'angle entre le rayon réfléchi et la surface est le paramètre le plus important qui détermine l'atténuation due au sol.

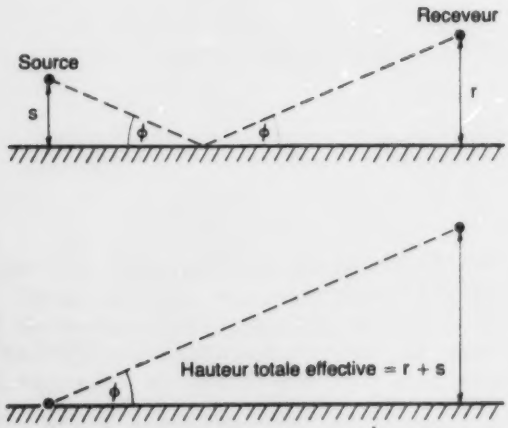


Fig. A.6

La détermination de la hauteur totale effective pour le calcul de l'atténuation due au sol

Lorsqu'une barrière ou un autre obstacle s'interpose entre les ondes sonores réfléchies par la surface, on peut s'attendre à une réduction marquée de l'atténuation due au sol. La fig. A.7 montre comment il est possible d'élargir le concept de la hauteur totale effective pour régler cette question.

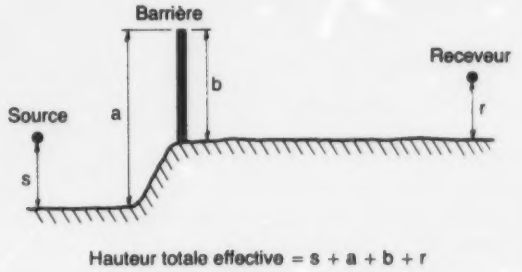


Fig. A.7

La détermination de la hauteur totale effective pour le calcul de l'atténuation due au sol lorsqu'une barrière sert d'obstacle aux ondes sonores

La hauteur totale effective résultante et la distance horizontale de la source au receveur sont ensuite utilisées pour obtenir l'atténuation due au sol tirée de la fig. A.8.

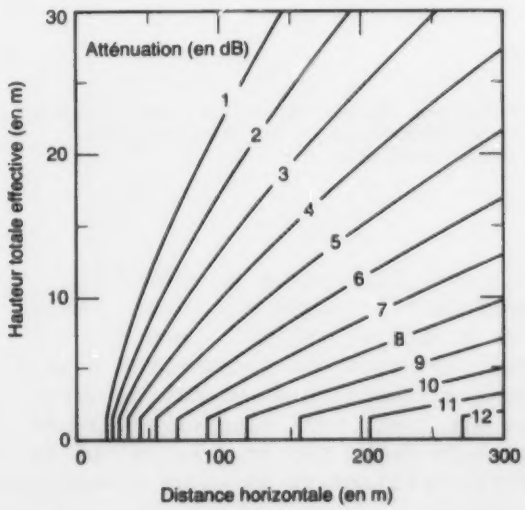


Fig. A.8

La correction s'ajoute au niveau de son équivalent prévu (Léq) pour tenir compte de l'atténuation due au sol

Les barrières

L'annexe B donne la méthode qui permet de prévoir l'atténuation du bruit pour une barrière infiniment longue.

Dans la pratique, l'atténuation d'une barrière réelle est souvent limitée par le bruit qui se fait entendre à l'une ou l'autre de ses extrémités, ou aux deux à la fois. Étant donné que les barrières sont rarement symétriques par rapport au point de réception qui nous intéresse, la fig. A.9 illustre un groupe de courbes pour évaluer l'effet du son qui provient d'une seule extrémité de la barrière. L'atténuation que procure une barrière de longueur définie dans les deux directions s'obtient en apportant d'abord une correction pour l'extrémité courte de la barrière et ensuite en utilisant cette atténuation corrigée lorsque le calcul est effectué pour la correction de l'autre extrémité. Les courbes de la fig. A.9 montrent l'atténuation comme une fonction du "rapport selon l'aspect de la barrière"; la fig. A.10 illustre le calcul de ce rapport.

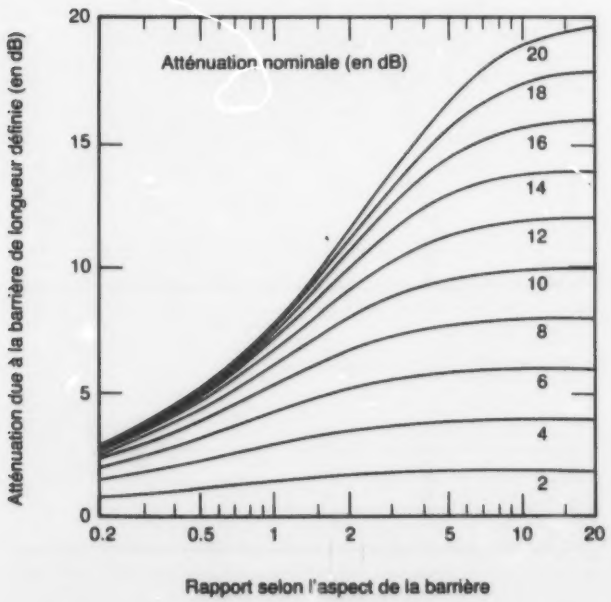


Fig. A.9

La correction apportée à l'atténuation de barrière pour tenir compte du son issu d'une extrémité de la barrière

Fig. A.10

La détermination du "rapport selon l'aspect de la barrière" pour une extrémité de la barrière

Référence:

Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, Note 146, (mars 1980)

Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, DRB, Étude N° 875, CNRC 17942, (octobre 1979)

Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, DRB, Étude N° 876, CNRC 17943, (octobre 1979)

Annexe B — Quelques considérations sur les barrières

Le calcul exact de l'atténuation de barrière

La base théorique de ce calcul de l'atténuation de barrière est la théorie du point de source de Maekawa telle que modifiée par Kurtze et Anderson pour une source linéaire et une barrière de longueur infinie. Un calcul approximatif que montre aussi la fig. B3, peut se faire ainsi:

Équation B1

L'atténuation de barrière

= 20 dB
pour $d > 6$ m

= 7,7 log d + 14 dB
pour 0,3 m < $d \leq 6$ m

= $-10{,}4\ (d+0{,}06) + 22{,}8\ \sqrt{(d+0{,}06)}$ dB
pour $0 \leq d \leq 0{,}3$ m

si la barrière obstrue le champ de vision. Ce calcul approximatif peut aussi s'obtenir à l'aide de l'équation suivante:

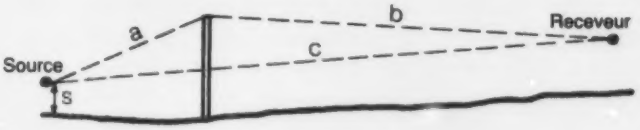
Équation B2

= $-10{,}4\ (0{,}06-d) + 22{,}8\ \sqrt{(0{,}06-d)}$ dB
pour $0 \leq d \leq 0{,}06$ m

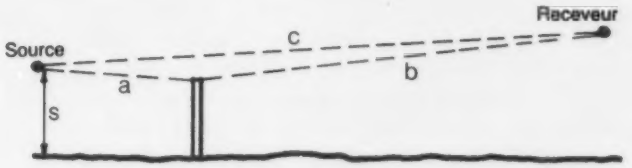
= 0
pour $d > 0{,}06$ m

si la barrière n'obstrue pas le champ de vision. Dans les deux cas, "d" est la différence (en mètres) entre le parcours indirect de la source au-dessus de la barrière jusqu'au receveur et le parcours direct de la source au receveur. En se reportant à la fig. B.1, on voit que

Équation B3 $\quad d = a + b - c$



La barrière obstrue le champ de vision

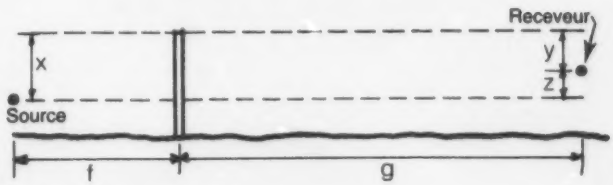


La barrière obstrue presque le champ de vison

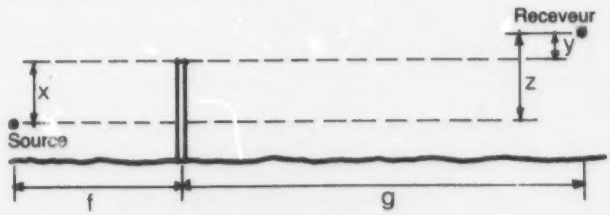
Fig. B.1
Le modèle fondamental d'une barrière (coupe verticale)

Si l'on dispose d'un dessin fait exactement à l'échelle, on peut mesurer directement ces longueurs, mais la différence d, doit être connue avec une précision d'au moins 90% ou bien avec une marge d'erreur maximum de 10%, en fonction des dimensions que montre la fig. B.2

$$a = \sqrt{f^2 + x^2} \qquad b = \sqrt{g^2 + y^2}$$
$$c = \sqrt{(f+g)^2 + z^2}$$



Le receveur plus bas que la barrière



Le receveur plus haut que la barrière

Fig. B.2
Dimensions nécessaires pour le calcul de l'atténuation de barrière

Ainsi d peut se déterminer à l'aide de l'équation B.3 et l'atténuation de la barrière de longueur infinie peut s'obtenir au moyen de l'équation B.1 ou B.2. Cependant, d peut être porté directement au tableau 3.7 pour le trafic routier et 4.6 pour le trafic ferroviaire, où se trouve l'atténuation de barrière pour une barrière de longueur limitée.

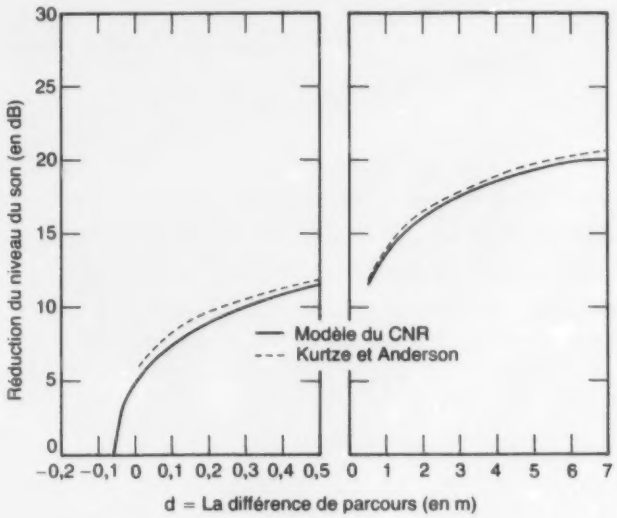


Fig. B.3

Réduction prévue en $L_{éq}$ qu'une barrière de longueur infinie peut effectuer

Bien qu'en principe l'atténuation de barrière s'accroisse indéfiniment à mesure que la différence de parcours augmente, en pratique divers effets marginaux, comme la réfraction atmosphérique et les réflexions extérieures, tendent à limiter la réduction qu'une barrière peut effectuer. L'atténuation de barrière maximale admissible est fixée à 20 dB. Même au-dessous de 20 dB, il faut prendre soin d'éviter que des réflexions importantes atteignent le point de réception à partir d'édifices voisins.

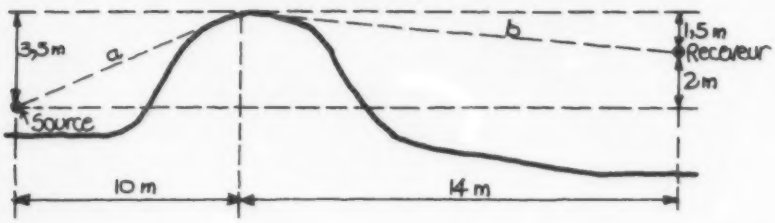
Les calculs d'échantillons de barrières

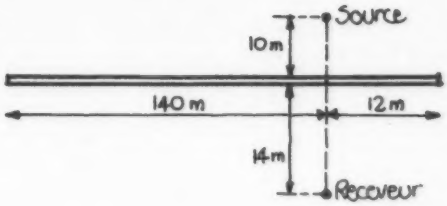
L'exemple que montrent les fig. 3f et 4f aux chapitres 3 et 4 a déjà servi à illustrer les calculs. L'exemple donné aux numéros B.1 à B.5 montre d'autres configurations de barrières et les calculs correspondants pour déterminer la perte due à l'interposition d'une barrière. L'exemple B.3 montre le calcul pour un espace extérieur à l'abri protégé par un groupe de maisons en rangées.

Dans le calcul global des niveaux du bruit, l'atténuation de barrière est soustraite du niveau déterminé pour la propagation au-dessus d'un terrain dur ou mou comme dans la 6^{e} étape de la section B du chapitre 3. Il est à noter que pour la propagation au-dessus d'un terrain mou, il faut tenir compte de la présence d'une barrière, comme le montre le tableau 3.5 et le tableau 4.4 correspondant au chapitre 4.

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière — N° de fiche B.1

L'utilisation d'un banc de terre comme barrière — Date





Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 10 m: — la valeur au carré = 100 m^2
La distance verticale (x) est 3,5 m: — la valeur au carré = 12,25 m^2
La somme des valeurs au carré est — 112,25 m^2
La racine carrée de la somme est 10,59 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 14 m: — la valeur au carré = 196 m^2
La distance verticale (y) est 1,5 m: — la valeur au carré = 2,25 m^2
La somme des valeurs au carré est — 198,25 m^2
La racine carrée de la somme est 14,08 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f g) est 24 m: — la valeur au carré = 576 m^2
La distance verticale (z) est 2 m: — la valeur au carré = 4 m^2
La somme des valeurs au carré est — 580 m^2
La racine carrée de la somme est 24,08 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b−c = 0,59 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

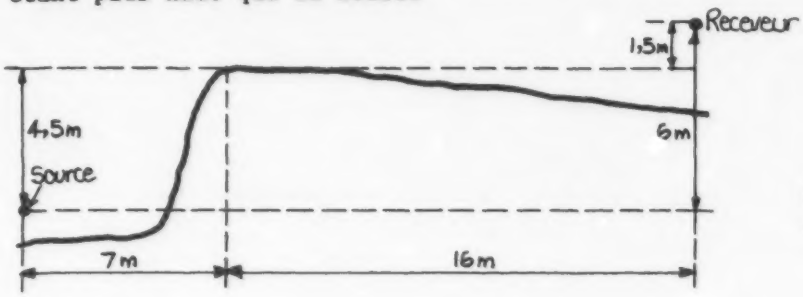
La distance de la barrière au receveur (g) = 14 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 12 m: — Le rapport u/g = 0,85
La longueur du segment de la barrière (v) = 140 m: — Le rapport v/g = 10

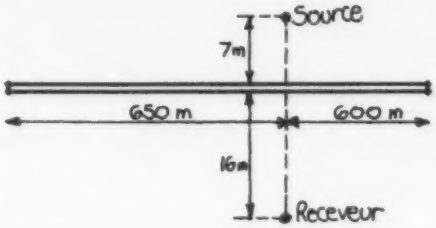
D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = 1,5

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 6 dB.

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière N° de fiche 8.2

La dénivellation utilisée comme barrière, le receveur étant plus haut que la source — Date





Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 7 m: la valeur au carré = 49 m^2
La distance verticale (x) est 4,50 m: la valeur au carré = 20,25 m^2
La somme des valeurs au carré est 69,25 m^2
La racine carrée de la somme est 8,32 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 16 m: la valeur au carré = 256 m^2
La distance verticale (y) est 1,50 m: la valeur au carré = 2,25 m^2
La somme des valeurs au carré est 258,25 m^2
La racine carrée de la somme est 16,07 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 23 m: la valeur au carré = 529 m^2
La distance verticale (z) est 6 m: la valeur au carré = 36 m^2
La somme des valeurs au carré est 565 m^2
La racine carrée de la somme est 23,77 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b-c = 0,62 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

La distance de la barrière au receveur (g) = 16 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 600 m — Le rapport u/g = 34,50
La longueur du segment de la barrière (v) = 660 m — Le rapport v/g = 40,62

D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = l'infini

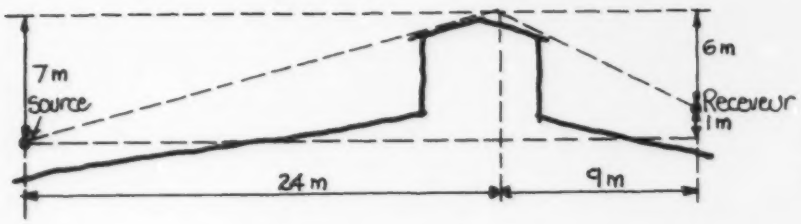
6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 12 dB.

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière

L'utilisation d'un bâtiment comme barrière

N° de fiche B3

Date



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 24 m: la valeur au carré = 576 m^2
La distance verticale (x) est 7 m: la valeur au carré = 49 m^2
La somme des valeurs au carré est 625 m^2
La racine carrée de la somme est 25 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 9 m: la valeur au carré = 81 m^2
La distance verticale (y) est 6 m: la valeur au carré = 36 m^2
La somme des valeurs au carré est 117 m^2
La racine carrée de la somme est 10,82 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 33,02 m: la valeur au carré = 1089 m^2
La distance verticale (z) est 1 m: la valeur au carré = 1 m^2
La somme des valeurs au carré est 1090 m^2
La racine carrée de la somme est 33 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b-c = 2,80 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

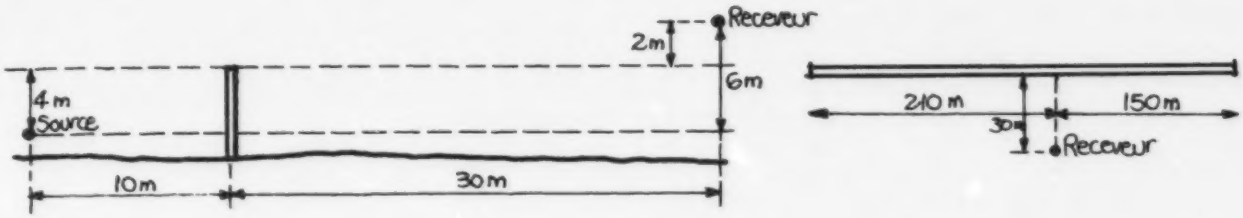
La distance de la barrière au receveur (g) = 9 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 75 m Le rapport u/g = 8,33
La longueur du segment de la barrière (v) = 75 m Le rapport v/g = 8,33

D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = 8

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 15 dB.

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière N° de fiche B.4

L'utilisation d'un mur ou d'une clôture comme barrière Date



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 10 m: la valeur au carré = 100 m^2
La distance verticale (x) est 4 m: la valeur au carré = 16 m^2
La somme des valeurs au carré est 116 m^2
La racine carrée de la somme est 10,77 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 30 m: la valeur au carré = 900 m^2
La distance verticale (y) est 2 m: la valeur au carré = 4 m^2
La somme des valeurs au carré est 904 m^2
La racine carrée de la somme est 30,06 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 40 m: la valeur au carré 1600 m^2
La distance verticale (z) est 6 m: la valeur au carré 36 m^2
La somme des valeurs au carré est 1636 m^2
La racine carrée de la somme est 40,45 m distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b−c = 0,38 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

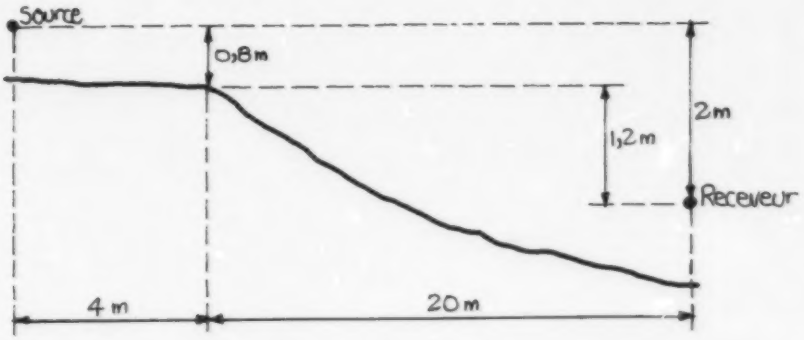
La distance de la barrière au receveur (g) = 30 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 150 m: Le rapport u/g = 5
La longueur du segment de la barrière (v) = 210 m: Le rapport v/g = 7

D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = 6

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 11 dB.

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière N° de fiche B.5

L'utilisation du changement de pente comme barrière, la source étant plus haute que le receveur Date _____



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 4 m: la valeur au carré = 16 m^2
La distance verticale (x) est 0,8 m: la valeur au carré = 0,64 m^2
La somme des valeurs au carré est 16,64 m^2
La racine carrée de la somme est 4,08 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 20 m: la valeur au carré = 400 m^2
La distance verticale (y) est 1,2 m: la valeur au carré = 1,44 m^2
La somme des valeurs au carré est 401,44 m^2
La racine carrée de la somme est 20,04 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 24 m: la valeur au carré = 576 m^2
La distance verticale (z) est 2 m: la valeur au carré = 4 m^2
La somme des valeurs au carré est 580 m^2
La racine carrée de la somme est 24,08 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b-c = 0,04 m

( ) La barrière obstrue le champ de vision
(✓) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

La distance de la barrière au receveur (g) = 20 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 840 m: Le rapport u/g = 42
La longueur du segment de la barrière (v) = 1050 m: Le rapport v/g = 53

D'après le tableau 3.6, le rapport v des longueurs de la barrière effective = traiter comme l'infini

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 2 dB.

Autres méthodes de ventilation

Quels que soient les composants choisis, la différence entre le niveau du bruit à l'intérieur et à l'extérieur a peu de chance de dépasser 20 dB si la ventilation est assurée par l'ouverture des fenêtres. Pour les pièces pour lesquelles on a prévu une ouverture de fenêtres de 0,28 m^2 selon l'exigence minimale des Normes de construction résidentielle du Canada, la réduction du bruit est à peu près 15 dB, selon la grandeur et l'ameublement de la pièce. De toute évidence, on peut réduire davantage le bruit en fermant partiellement les fenêtres, mais pour les endroits où le niveau du bruit est supérieur à 55 dB, il est impossible de ne pas dépasser les limites du bruit à l'intérieur si les fenêtres sont presque entièrement ouvertes. Les fenêtres fermées ne posent pas de problème en hiver, mais elles ne peuvent pas demeurer fermées en été à moins qu'on ait prévu une autre méthode de ventilation. Pour la plupart des endroits très peuplés au Canada, l'air climatisé devrait faire partie d'un système de ventilation mécanique qui puisse procurer un confort raisonnable durant les mois où il fait plus chaud.

Si le niveau du bruit en dehors des fenêtres est inférieur à 55 dBA, il est possible de respecter les critères du bruit même lorsque les fenêtres sont ouvertes. Rappelons que dans ces circonstances les chambres à coucher seront peut-être un peu trop bruyantes.

L'emploi du seul critère (55 dBA) pour justifier le choix d'une autre méthode de ventilation doit se rapporter aux critères des niveaux du bruit à l'intérieur mais en tenant compte de l'usage auquel chaque pièce est destinée. Il faut alors assigner une valeur FI pour les ouvertures de ventilation. Lorsqu'on adopte le critère d'ouverture de fenêtre minimale (0,28 m^2) précisé dans les Normes de construction résidentielle, il faut se reporter aux évaluations du FI données dans le tableau C.1.

Si le FI exigé pour une fenêtre ouvrable est inférieur à la valeur appropriée du tableau C.1, alors il n'est pas nécessaire de prévoir une autre méthode de ventilation pour répondre au critère des niveaux du bruit à l'intérieur du bâtiment. La condition formelle selon laquelle l'ouverture des fenêtres est un mode acceptable de ventilation lorsque le niveau du bruit extérieur est moindre que 55 dBA doit s'appliquer encore comme limite inférieure.

Puisque les valeurs du FI varient en fonction de l'usage projeté de la pièce, il semble que cette façon de voir les choses doive inciter les entrepreneurs à réserver les espaces du côté bruyant du bâtiment pour les pièces qui tolèrent mieux le bruit comme les cuisines et les salles de bain.

Même lorsque le bâtiment est entièrement climatisé, il faut intégrer au plan du système de ventilation les différents niveaux du bruit qui pénètre à l'intérieur ou tout au moins installer les entrées et les sorties de l'air aux endroits les plus tranquilles possibles.

Dans la pratique l'expression "autre méthode de ventilation" est habituellement assimilée à la climatisation.

Lorsque la climatisation n'est pas obligatoire, il se peut que les entrepreneurs ne veuillent pas l'installer puisqu'elle augmente le prix de vente ou de location. Dans ces circonstances, on doit recommander l'installation d'un système de chauffage à air forcé avec des conduites appropriées pour une climatisation éventuelle. Cela permettrait aux futurs occupants d'installer facilement un système d'air climatisé lorsqu'ils ne peuvent plus tolérer les niveaux élevés du bruit provenant des fenêtres ouvertes pour la ventilation. Même sans la climatisation éventuelle, un tel système peut remplir partiellement les exigences de la ventilation lorsqu'on a pris les dispositions nécessaires pour faire déboucher à l'extérieur les conduites de retour de l'air froid et y aspirer l'air frais qu'il faut insuffler dans le système. De plus, les conduites d'entrée et de sortie doivent être de nature à atténuer le bruit qui pénètre dans le système de circulation de l'air. Une des solutions à ce problème consiste à revêtir les tuyaux avec un matériau acoustique convenable, comme la laine de verre, et faire en sorte que ces tuyaux contiennent au moins un coude de 90°.

Tableau C.1 - Le facteur d'insonorisation pour une fenêtre ouverte

Surface du plancher de la pièce (m^2)	FI pour une fenêtre ouverte
5	9
7	10
8	11
10	12
13	13
16	14
20	15
25	16
32	17

Source: Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment, juin 1980.

Référence: Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment. Recherches sur le bâtiment, Note 148. (Édition révisée en juin 1980).

Le système le mieux adapté à la ventilation mécanique est un système de chauffage à combustion, à air chaud propulsé.

Le système suivant pourrait être considéré comme le minimum acceptable pour assurer cette ventilation.

Les composants

Ce système comprend

1. Une arrivée d'air frais raccordant l'extérieur à la conduite de retour de l'air froid (un tuyau de 150 mm de diamètre convenablement isolé, muni d'un étouffeur).
2. Un ventilateur de l'espace entre le toit et le plafond ou une autre installation complète avec étouffeur de vibration et des chicanes pare-bruit. (Capacité de changement des 3/4 de l'air à l'heure). Il est recommandé de placer le tuyau d'échappement du côté de la maison le moins exposé au bruit.
3. Une fournaise munie d'un éventail de circulation à deux vitesses.
4. Un étouffeur de vibrations ajustable manuellement, installé entre l'arrivée de l'air frais et toute arrivée d'air froid dans la principale conduite de retour.

Fonctionnement

En hiver, l'air frais est aspiré par les entrées d'air frais pour compenser l'air qui s'échappe par le tuyau de fumée de la cheminée et le ventilateur. L'air frais est alors chauffé et distribué par le système de chauffage. L'étouffeur de vibration installé sur le retour d'air froid est ouvert, et l'éventail à deux vitesses sur la fournaise assure un fonctionnement continu. Tout ce procédé devrait donner un changement d'air à l'heure.

En été, l'étouffeur de vibration sur le tuyau de retour de l'air froid est fermé. L'éventail de la fournaise aspire l'air par la conduite d'entrée de l'air frais et le fait circuler par le système de chauffage. L'air pollué s'échappe alors par le tuyau de fumée de la cheminée et le ventilateur. Une fournaise régulière munie d'un éventail de circulation donne environ cinq changements d'air à l'heure. Cependant, lorsque les chaleurs de l'été sont particulièrement onéreuses, il se peut que ce système soit insuffisant et que l'ouverture des fenêtres serve de ventilation temporaire supplémentaire.

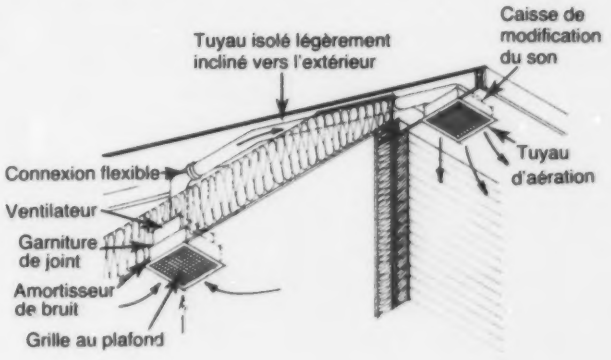


Fig. C.1 — Ventilateur

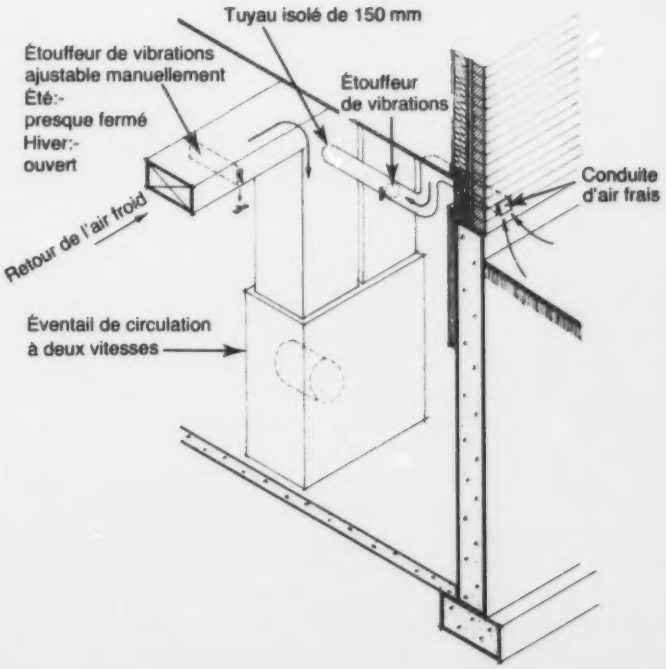


Fig. C.2 — Arrivée d'air frais

Annexe D

Le calcul du facteur d'insonorisation (FI) à partir de données de laboratoire

L'utilisation des valeurs du FI pose assurément un problème majeur à cause de la grande variété de constituants qu'il faut évaluer comme les portes et les fenêtres des divers fabricants. Les tableaux 6.2 à 6.4 donnent les valeurs du FI pour plusieurs constituants, mais n'incluent pas évidemment toutes les constructions possibles. De plus, il se peut que certaines portes et fenêtres fournissent une meilleure insonorisation que les constituants "ordinaires" car leur fabricant y ont ajouté, entre autres, un coupe-bise exceptionnellement efficace.

Si de tels produits ont fait l'objet d'essais en laboratoire selon la méthode ASTM-E90 pour la mesure de la perte de transmission du son, les résultats peuvent servir à calculer le FI. Le présent document présente ci-dessous une règle de procédure détaillée pour déterminer ce facteur en fonction du nombre de transmission du son (NTS) calculé en laboratoire.

Méthode de calcul détaillé

La différence entre le niveau pondéré -A du bruit extérieur et le niveau intérieur qui en découle est fonction à la fois de la perte de transmission caractéristique du constituant et du contenu spectral de la source du bruit.

Le tableau D1 donne les variations de la source utilisée pour les calculs du FI. Cette échelle est normalisée à 80 dB environ afin de donner une série pratique de valeurs pour le calcul. En soustrayant les valeurs de la perte de transmission des niveaux pondérés A du son de la source, on obtient les niveaux correspondants pondérés-A du son intérieur pour chaque bande de 1/3 d'octave. La combinaison de ces niveaux de bande de 1/3 d'octave donne le niveau pondéré-A global dans une pièce si la surface du constituant était égale à l'absorption acoustique (soit 80% de la surface du plancher de la pièce) et si cet élément constituant transmettait le son dans cette proportion. Ce niveau est soustrait de 77 dBA (valeur obtenue en combinant les niveaux de la source pour une bande de 1/3 d'octave et en apportant une correction qui tienne compte des différences entre le champ du son de la source à une façade extérieure et celui qui existe dans les salles d'essais de laboratoire, comme il est fait mention dans la référence). On obtient ainsi le FI pour la surface du constituant dans une proportion de 80 pour cent de la surface du plancher de la pièce. Pour d'autres pourcentages (P) de la surface du constituant par rapport à la surface du plancher, le FI peut se calculer en soustrayant 10 log (P/80) de la valeur du FI pour 80 pour cent. Il faut arrondir les valeurs calculées au nombre entier le plus proche.

À la fig. D1, la méthode de calcul est illustrée dans l'exemple de la feuille de travail.

L'évaluation du facteur d'insonorisation à partir des données de transmission du son

Il se peut qu'un fabricant ou son agent connaisse le nombre (qui exprime le degré) de transmission du son (NTS) d'un produit, mais ne puisse pas fournir les données relatives à la perte de transmission du son de la bande de 1/3 d'octave. Or, il faut d'abord obtenir les données de transmission du son pour les 1/3 d'octaves de 125 Hz à 4000 Hz avant de déterminer le NTS. Il s'ensuit que les rapports de laboratoire de détermination du NTS conformément à la norme ASTM-E413 doivent fournir ce renseignement.

Si des données détaillées concernant la perte de transmission du son ne sont pas disponibles, le FI peut s'évaluer à partir de la valeur NST à l'aide du tableau D2 pour les portes et les fenêtres, ou du tableau D3 pour les murs. Parce que les résultats de l'évaluation ont tendance à attribuer au FI des valeurs légèrement inférieures à celles qui s'obtiennent à partir des calculs détaillés, il est habituellement dans l'intérêt du fabricant d'utiliser la méthode de calcul détaillé.

Référence: *"Acoustic Insulation Factor: A Rating for the Insulation of Buildings Against Outdoor Noise"* **Conseil national de recherches, Division des recherches sur le bâtiment. Recherches sur le bâtiment, Note 148. (Édition révisée en juin 1980).**

Tableau D1 - Variations de la source normale pour le calcul du facteur d'insonorisation (FI)

Fréquence (en Hz)	Niveau de la pression sonore de la source	Niveau pondéré -A de la pression sonore de la source
100	66,1	47
125	69,1	53
160	71,4	58
200	71,9	61
250	71,6	63
315	71,6	65
400	71,8	67
500	71,2	68
630	70,9	69
800	70,8	70
1000	70,0	70
1250	69,4	70
1600	69,0	70
2000	68,8	70
2500	68,7	70
3150	67,8	69
4000	67,0	68
5000	65,5	66

Note: Les valeurs dans les deuxième et troisième colonnes de ce tableau sont les niveaux de pression sonore de la bande de 1/3 d'octave (en dB).

Tableau D2 - La conversion des valeurs des données de transmission du son (NTS) au FI pour les fenêtres et les portes

Surface de la fenêtre (ou de la porte) exprimée en pourcentage de la surface du plancher de la pièce	Facteur d'insonorisation (FI)
80	STC-5
63	STC-4
50	STC-3
40	STC-2
32	STC-1
25	STC
20	STC+1
16	STC+2
12,5	STC+3
10	STC+4
8	STC+5
6,3	STC+6
5	STC+7
4	STC+8

Note: Pour les pourcentages de surface non inscrits dans le tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

Exemples: Pour une fenêtre dont la surface est égale à 20% de la surface du plancher de la pièce et le NTS est égal à 32; le FI est de 32 + 1 = 33.

Pour une fenêtre dont la surface est égale à 60% de la surface du plancher de la pièce et le NTS est égal à 29, le FI est de 29 - 4 = 25.

Tableau D3 - La conversion approximative des données de la transmission du son (NTS) au FI pour les murs extérieurs

Surface du mur extérieur exprimée en pourcentage de la surface du plancher de la pièce	Facteur d'insonorisation (FI)
200	STC-10
160	STC-9
125	STC-8
100	STC-7
80	STC-6
63	STC-5
50	STC-4
40	STC-3
32	STC-2
25	STC-1
20	STC
16	STC+1
12,5	STC+2
10	STC+3
8	

Note: Pour les pourcentages de surface non inscrits dans le tableau, utiliser la valeur donnée la plus proche.

Exemple: Pour un mur dont la surface est égale à 120% de la surface du plancher de la pièce et le NTS est égal à 48, le FI est 48 - 8 = 40.

Fig. D1 – Exemple numérique pour le calcul du FI

Fréquence	Niveau pondéré -A- de la pression sonore de la source (en dB)	Perte de transmission du son (en dB)	Niveau pondéré -A- de la pression sonore à l'intérieur (en dB)	Équivalent de l'énergie à l'intérieur (SPL)
	(A)	(B)	(C = A-B)	[(D = antilog (C/10)]
100	47	24	23	200
125	53	26	27	501
160	58	19	39	7 943
200	61	21	40	10 000
250	63	20	43	19 953
315	65	20	45	31 623
400	67	25	42	15 849
500	68	30	38	6 310
630	69	33	36	3 981
800	70	37	33	1 995
1000	70	39	31	1 295
1250	70	41	29	794
1600	70	43	27	501
2000	70	44	26	398
2500	70	45	25	316
3150	69	43	26	398
4000	68	37	31	1 259
5000	66	35	31	1 259
	Somme des valeurs dans la colonne D			104 539 = E

Le niveau pondéré -A du son à l'intérieur = 10 $\log_{10}$ (E) = $\underline{50,2}$ = F
FI (la surface du constituant est égale à 80% de la surface du plancher): 77-F = $\underline{26,8}$ = G

Surface du constituant comme pourcentage de la surface du plancher	Facteur d'insonorisation (FI)
6,3	(G + 11) = 38
8	(G + 10) = 37
10	(G + 9) = 36
12,5	(G + 8) = 35
16	(G + 7) = 34
20	(G + 6) = 33
25	(G + 5) = 32
32	(G + 4) = 31
40	(G + 3) = 30
50	(G + 2) = 29
63	(G + 1) = 28
80	(G) = 27
100	(G - 1) = 26
125	(G - 2) = 25
160	(G - 3) = 24

Annexe E — Exemples de calculs

Le niveau du bruit

En examinant un projet en rapport avec le bruit du trafic routier et ferroviaire pour savoir s'il est réalisable, il faut effectuer les opérations indiquées aux étapes suivantes en vue de déterminer le niveau du bruit.

Pour une seule route

1re étape Obtenir la densité moyenne de la circulation, le pourcentage de véhicules lourds, et la vitesse de circulation permise.

2e étape Déterminer le niveau du bruit fondamental (tableaux 3.1.1 à 3.1.8)

3e étape Effectuer la correction pour la pente de la route (tableau 3.2)

4e étape Effectuer la correction pour les interruptions du trafic (tableau 3.3)

5e étape Calculer la hauteur équivalente de la source (tableau 3.4)

6e étape Effectuer la correction pour l'endroit du point de réception par rapport à la chaussée (tableau 3.5)

7e étape Effectuer la correction pour l'atténuation de barrière (tableaux 3.6 et 3.7)

Pour une seule voie ferrée

1re étape Obtenir les paramètres concernant l'usage de la voie ferrée: le nombre de locomotives par jour, le nombre de wagons par jour et la vitesse moyenne des trains.

2e étape Déterminer le niveau du bruit fondamental de la locomotive à 30 m de la ligne centrale de la voie ferrée à l'aide des tableaux 4.1 et 4.2

3e étape Déterminer le bruit des roues sur les rails à 30 m de la ligne centrale de la voie ferrée au moyen du tableau 4.3.

4e étape Effectuer la correction pour la distance et la surface du sol depuis le bruit des locomotives et le bruit des roues sur les rails (tableau 4.4)

5e étape Effectuer la correction pour l'atténuation de barrière (tableaux 4.5 et 4.6)

6e étape Déterminer le bruit du sifflement s'il y a lieu (tableaux 4.7 et 4.9) et effectuer les corrections appropriées pour l'atténuation due au sol (tableau 4.8) ou l'atténuation de barrière (tableaux 4.5 et 4.6)

Pour plus d'une source

1re étape Effectuer les expériences énumérées aux étapes précédentes 1 à 7 pour chaque source.

2e étape Déterminer le niveau des bruits combinés (chapitre 5, tableau 5.1)

L'insonorisation

Après avoir obtenu le niveau du bruit à l'endroit où le projet doit être mis en oeuvre, il est nécessaire de déterminer les exigences de l'insonorisation.

1re étape Déterminer le niveau du bruit extérieur à chaque mur (chapitre 6)

2e étape Déterminer la nature de la pièce (chapitre 6)

3e étape Déterminer le nombre de constituants par pièce (chapitre 6)

4e étape Déterminer le facteur d'insonorisation pour chaque mur extérieur de la pièce (tableau 6.1)

5e étape Choisir les constituants appropriés à l'aide des tableaux 6.2, 6.3 et 6.4.

Feuille de calcul A - Bruit provenant du trafic routier

Projet Exemple E.1

Proposeur _____

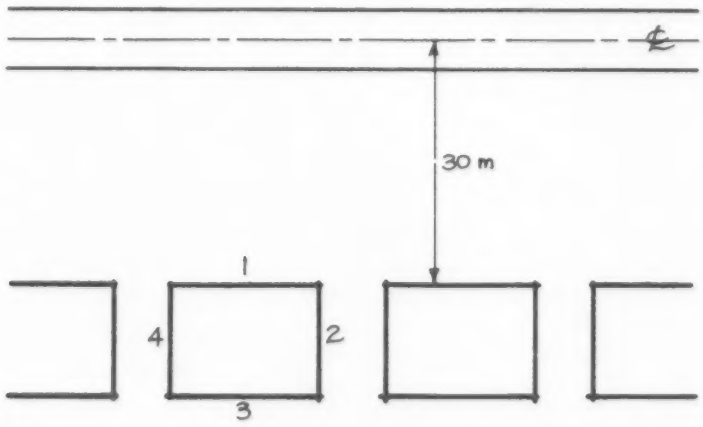
N° de fiche E.1

Date _____

Description

On propose de construire des bungalows de 3 chambres à coucher à une distance de 15 m à partir d'une emprise de route de 30 m (c.-à-d. à 30 m de la ligne du centre). La vitesse du trafic est de 80 kilomètres à l'heure

Schéma



Trafic quotidien 4 200 véhicules/24 h

Pourcentage de véhicules lourds 5

Limite de la vitesse permise 80 km/h

Niveau du bruit à 30 m de la ligne du centre (tableaux 3.1.1 à 3.1.8) 60 dB

Pente de la route 2%

Pourcentage de véhicules lourds _____

Correction au niveau du bruit pour la pente de la route (tableau 3.2) +1 dB

Distance de l'intersection au receveur 5 m

Correction pour l'interruption du trafic (tableau 3.3) +0 dB

Pourcentage de véhicules lourds 5

Limite de la vitesse permise 80 km/h

Hauteur équivalente de la source 0,6 (tableau 3.4)

Distance à l'édifice 30 m

Surface du sol dure ____ ou molle ✓

Hauteur totale effective 0,6 + 2 = 2,6 m (fig. 3a)

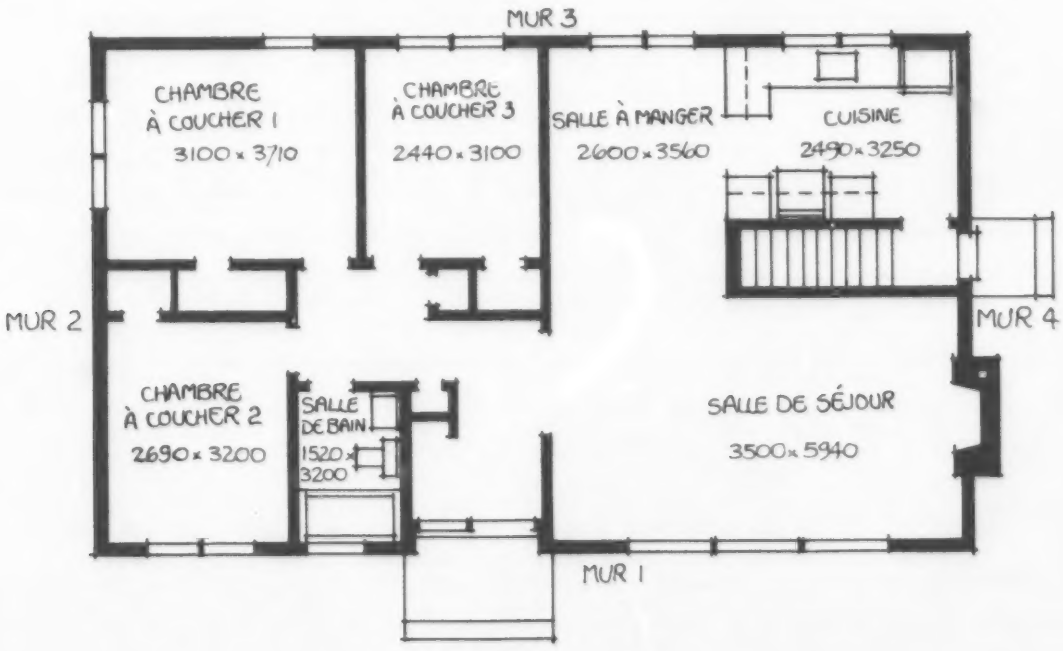
Correction pour la distance réelle à partir de la ligne du centre (tableau 3.5) -2 dB

Correction pour une barrière (feuille de calcul B) -0 dB

Niveau du bruit atteignant la façade (additionner le niveau et les corrections) 59 dB

Commentaires sur l'exemple E.1

Une atténuation de barrière de 4 dB pour une rangée de maisons, ainsi que la réduction dans le niveau du bruit à mesure que la distance à la route s'accroît, assurent que le niveau du bruit dans l'arrière-cour est au moins 4 dB plus bas que les 59 dB au mur de la façade et satisfont aux exigences imposées pour le mur extérieur (55 dB). Rappelons que si des barrières insonorisantes telles des garages ou autres bâtiments auxiliaires remplissaient complètement les espaces entre les bungalows, le niveau du bruit dans l'arrière-cour s'en trouverait considérablement réduit.



TOUTES LES DIMENSIONS EN MILLIMÈTRES

Feuille de calcul D - Exigence de l'insonorisation N° de fiche Exemple E.1

1re étape - Combiner les niveaux du bruit (voir section 5) Date _____

	Mur 1	Mur 2	Mur 3	Mur 4
Niveau du bruit depuis:				
Source 1				
Source 2				
Source 3	UNE SEULE IMPORTANTE	SOURCE DE BRUIT		
Source 4				
Source 5				
Niveau combiné	59	56	44	56

Utiliser le tableau 5.1

2e étape - Trouver le nombre de constituants (ne pas en tenir compte si le niveau à l'endroit du mur est au-dessous de 55 dB)

Pièce	Mur 1			Mur 2			Mur 3			Mur 4			Nombre total de constituants
	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	
Salle de séjour/à manger	✓	✓	✓				non				✓		4
Cuisine							calculé car				✓	✓	2
Chambre à coucher 1				✓	✓		le niveau extérieur						2
Chambre à coucher 2	✓	✓			✓		est au-dessous						3
Chambre à coucher 3							de 55 dB pour						
Salle de bain	✓	✓					ce mur						2
Sous-sol		✓		✓	✓			↓		✓	✓		5

3e étape - Trouver le FI requis

Salle de séjour/à manger	27		↑	24
Cuisine			Pas	16
Chambre à coucher 1		26	de FI	
Chambre à coucher 2	31	28	requis	
Chambre à coucher 3				
Salle de bain	19			
Sous-sol	23	20	↓	20

Utiliser le tableau 6.1 et le nombre de constituants trouvé ci-haut

Feuille de calcul E - Choix des composants — N° de fiche Exemple E.1

1re étape - Inscrire les surfaces des constituants — Date _____

(seuls les constituants des murs extérieurs doivent être inclus dans les calculs)

Pièce	Mur 1			Mur 2			Mur 3			Mur 4			Surface du plancher de la pièce
	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	
Salle de séjour/ à manger	4,4	3,2	1,2								7,3		30,3
Cuisine											5,4	1,2	8,0
Chambre à coucher 1				1,4	6,9								11,5
Chambre à coucher 2	1,6	4,4			7,4								8,6
Chambre à coucher 3													
Salle de bain	0,7	2,3											3,1
Sous-sol		6,5		0,4	2,8					0,2	2,8		93,8

2e étape - Trouver les pourcentages des constituants (utiliser les valeurs de la 1re étape)

Salle de séjour/ à manger	16	10	4					↑			25	
Cuisine											80	16
Chambre à coucher 1				12,5	63			NON				
Chambre à coucher 2	16	50			80		— REQUIS		—			
Chambre à coucher 3												
Salle de bain	25	80										
Sous-sol		8						↓		4	4	

Utiliser le tableau 6.5

3e étape - Choisir les constituants (% des constituants obtenu à la 2e étape, et les valeurs du FI obtenues à la 3e étape sur la feuille D)

Salle de séjour/ à manger	2(6)2	EWI	DI								EWI	
Cuisine											EWI	DI
Chambre à coucher 1	2(15)2	EWI		2mm	EWI							
Chambre à coucher 2					EWI							
Chambre à coucher 3	2(6)2	EWI										
Salle de bain												
Sous-sol				2mm						2mm		

Utiliser les tableaux 6.2, 6.3, 6.4

Feuille de calcul A - Bruit provenant du trafic routier

Projet Exemple E.2

Description

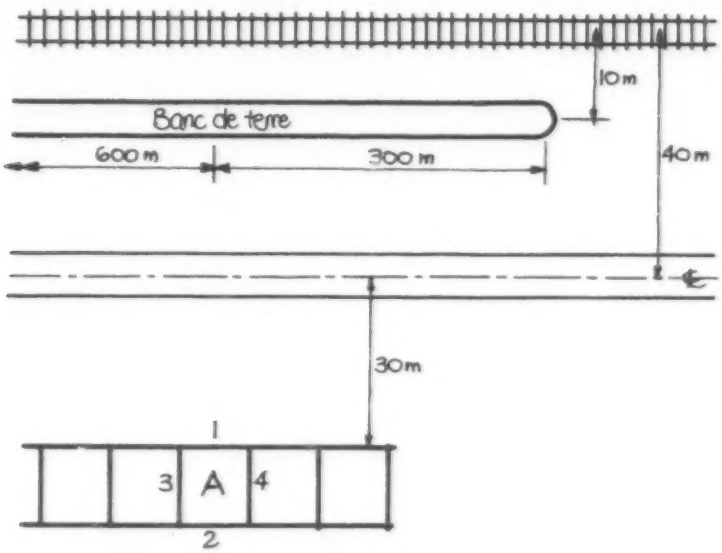
Proposeur _____

Rangée de maisons de 2 étages avec les chambres à coucher en haut
Calcul du niveau à la façade de l'élément A

N° de fiche _____

Date _____

Schéma



Nombre de véhicules par jour 11 000 par 24 h
Pourcentage de véhicules lourds 8
Vitesse limite permise 100 km/h
Niveau du bruit à 30 m de la ligne du centre (tableaux 3.1.1 à 3.1.8) 67 dB
Pente de la route 0
Pourcentage de véhicules lourds 4
Correction au niveau du bruit pour la pente de la route (tableau 3.2) + 0 dB

Distance à partir du point d'arrêt au receveur _____ m

Correction pour l'interruption du trafic (tableau 3.3) + 0 dB

Pourcentage de véhicules lourds 8
Vitesse limite permise 100 km/h
Hauteur équivalente de la source 0,5 m (tableau 3.4)

Distance à l'édifice 30 m
Surface du sol dure ____ ou molle ✓
Hauteur totale effective 4,2 + 0,5 = 4,7 m (fig. 3a)
Correction pour la distance réelle à partir de la ligne du centre (tableau 3.5) - 2 dB

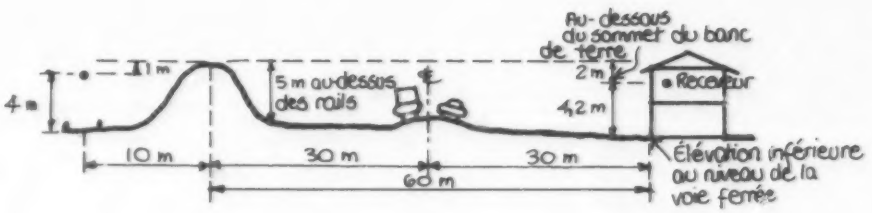
Correction pour une barrière (feuille de calcul B) - 0 dB

Niveau du bruit atteignant la façade (somme du niveau et des corrections) 60 dB

Feuille de calcul B - Atténuation de barrière pour le bruit des locomotives

N° de fiche E.2

Date _____



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 10 m: la valeur au carré = 100 m^2
La distance verticale (x) est 1 m: la valeur au carré = 1 m^2
La somme des valeurs au carré est 101 m^2
La racine carrée de la somme est 10,05 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 60 m: la valeur au carré = 3600 m^2
La distance verticale (y) est 2 m: la valeur au carré = 4 m^2
La somme des valeurs au carré est 3604 m^2
La racine carrée de la somme est 60,03 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 70 m: la valeur au carré = 4900 m^2
La distance verticale (z) est 1 m: la valeur au carré = 1 m^2
La somme des valeurs au carré est 4901 m^2
La racine carrée de la somme est 70,01 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est ~~a+b-~~ = 0,07 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

La distance de la barrière au receveur (g) = 60 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 300 m: Le rapport u/g = 5
La longueur du segment de la barrière (v) = 600 m: Le rapport v/g = 10

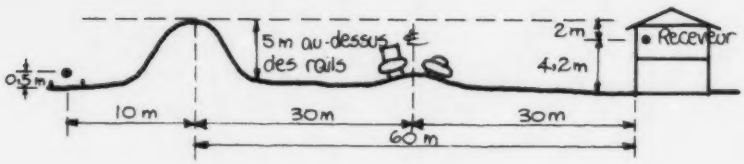
D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = 6

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 7 dB.

Feuille de calcul B - Atténuation de barrière pour le bruit des roues sur les rails

N° de fiche E.2

Date



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 10 m: la valeur au carré = 100 m^2
La distance verticale (x) est 4,50 m: la valeur au carré = 20,25 m^2
La somme des valeurs au carré est 120,25 m^2
La racine carrée de la somme est 10,97 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 60 m: la valeur au carré = 3600 m^2
La distance verticale (y) est 2 m: la valeur au carré = 4 m^2
La somme des valeurs au carré est 3604 m^2
La racine carrée de la somme est 60,03 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 70 m: la valeur au carré = 4900 m^2
La distance verticale (z) est 2,50 m: la valeur au carré = 6,25 m^2
La somme des valeurs au carré est 4906,25 m^2
La racine carrée de la somme est 70,04 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b-c = 0,96 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

La distance de la barrière au receveur (g) = 60 m
La longueur du segment de la barrière (u) = 300 m: Le rapport u/g = 5
La longueur du segment de la barrière (v) = 600 m: Le rapport v/g = 10

D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = 6

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 12 dB.

Feuille de calcul C1 - Bruit du moteur des locomotives des chemins de fer

N° de fiche E.2

Date _____

Renseignements nécessaires pour une période moyenne de 24 heures pour chaque voie ferrée:

Vitesse ordinaire des trains	90 km/h
Nombre total moyen de locomotives diesel	22
Nombre total moyen d'automotrices électriques	0
Nombre total moyen de wagons	1012
Nombre total moyen de trains	21

Nombre total moyen de locomotives (D)	22	
Nombre total moyen de wagons (n)	1012	
Nombre moyen de wagons/locomotive (n/D)	46	
Niveau du bruit à 30 m pour la vitesse des trains de 80 kilomètres à l'heure (tableau 4.1)		63 dB
Vitesse ordinaire des trains	90 km/h	
Correction pour la vitesse ordinaire des trains (tableau 4.2)		+1 dB
Distance de la source au point de réception	70 m	
Hauteur totale effective au-dessus du sol avec une source de 4 m de hauteur	4 + 5 + 5 + 4,2 = 18,2 m	
Surface du sol: dure _____ molle ✓		
Correction pour la distance horizontale (tableau 4.4)		-3 dB
Atténuation de barrière, s'il y a lieu, pour une source de 4 m de hauteur	7 dB	
Correction pour la barrière (moins l'atténuation de barrière)		-7 dB
Niveau total du bruit des locomotives		54 dB

Feuille de calcul C2 - Bruit des roues sur les rails

N° de fiche E.2

Date _____

Nombre total moyen de wagons	1012	
Nombre total moyen d'automotrices électriques multiplié par deux	0	
Nombre totale moyen de wagons	1012	
Vitesse ordinaire des trains	90 km/h	
Niveau du bruit à 30 m (tableau 4.3)		63 dB
Distance de la source au point de réception	70 m	
Hauteur totale effective au-dessus du sol avec une source de 0,5 m de hauteur	0,5 + 5 + 4,2 = 14,7 m	
Surface du sol: dure _____ molle ✓		
Correction pour la distance horizontale (tableau 4.4)		-3 dB
Atténuation de barrière, s'il y a lieu, pour une source de 0,5 m de hauteur	12 dB	
Correction de barrière (moins l'atténuation de barrière)		-12 dB
Bruit total des roues sur les rails		48 dB

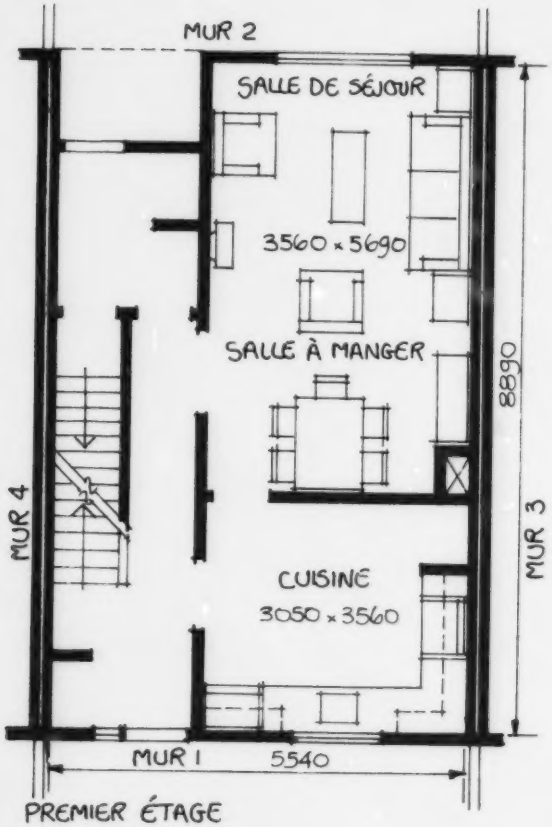
Feuille de calcul C3 - Bruit du sifflement

N° de fiche E.2

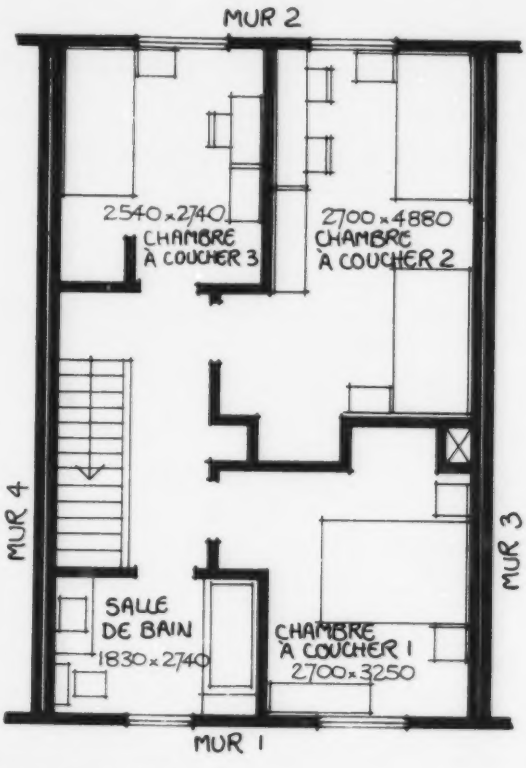
Date _____

Distance la plus courte à la voie ferrée	_____ m	
Distance le long de la voie ferrée au point d'avertissement	_____ m	
Bruit du sifflement pour un seul train à 80 kilomètres à l'heure (tableau 4.7)	_____ dB	
Nombre moyen de trains par jour	_____	
Vitesse ordinaire du train	_____ km/h	
Correction pour le nombre de trains et la vitesse ordinaire (tableau 4.9)		_____ dB
Surface du sol: dure _____ molle _____		
Distance la plus courte à la zone d'avertissement	_____ m	
Hauteur totale effective au-dessus du sol pour une source de 4 m de hauteur	_____ m	
Si le sol est dur, il n'y a pas de correction		_____ dB
Si le sol est mou, la correction pour l'atténuation due au sol est inscrite au tableau 4.8		_____ dB
L'atténuation de barrière, s'il y a lieu, pour une source à 4 m de hauteur (N.B. Ce calcul est un peu modifié. Voir la page 43 du texte.)	_____ dB	
Correction pour une barrière (moins l'atténuation de barrière)		_____ dB
Bruit total du sifflement		0 dB
Combiner maintenant les niveaux à l'aide du tableau 5.1		
Bruit total des locomotives	54 dB	
Bruit total des roues sur les rails	48 dB	
Bruit combiné	55 dB	
Bruit total du sifflement	0 dB	
Niveau du bruit combiné total provenant de la voie ferrée		55 dB

N.B. Cette méthode doit être suivie pour chaque voie ferrée. Les voies individuelles doivent ensuite être combinées à l'aide de la même méthode.



PREMIER ÉTAGE



DEUXIÈME ÉTAGE

NOTE: Pour la chambre à coucher n° 1, le FI requis ne doit être obtenu que la fenêtre fermée et pour cette raison, il faut fournir un autre moyen de la ventiler.

Il faut donc songer à modifier le plan où l'on éviterait de placer les chambres à coucher du côté bruyant du logement.

TOUTES LES DIMENSIONS SONT DONNÉES EN MILLIMÈTRES.

Feuille de calcul D - Besoins d'insonorisation

Nº de fiche Exemple E.2

Date _____

1re étape - Combiner les niveaux du bruit (voir section 5)

	Mur 1	Mur 2	Mur 3	Mur 4
Niveau du bruit de				
Source 1	65	50	Mur mitoyen intérieur	Mur mitoyen intérieur
Source 2	55	40		
Source 3				
Source 4				
Source 5				
Niveau combiné	65	50	–	–

Utiliser le tableau 5.1

2e étape - Trouver le nombre de constituants (ne pas en tenir compte si le niveau au mur est au-dessous de 55 dB)

Pièce	Mur 1			Mur 2			Mur 3			Mur 4			Nombre total de constituants
	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	
Salle de séjour/à manger				Non donné : le niveau du bruit est au dessous de 55 dB			Non donné : mur mitoyen intérieur			Non donné : mur mitoyen intérieur			
Cuisine	✓	✓											2
Vestibule	✓	✓	✓										3
Salle de bain	✓	✓											2
Chambre à coucher 1	✓	✓											2
Chambre à coucher 2													
Chambre à coucher 3													

3e étape - Trouver le FI requis

Salle de séjour/à manger		↑	↑	
Cuisine	25	Pas de FI requis		
Vestibule	27			
Salle de bain	25			
Chambre à coucher 1	35			
Chambre à coucher 2				
Chambre à coucher 3		↓	↓	

Utiliser le tableau 6.1 et le nombre de constituants trouvé ci-dessus

Feuille de calcul E - Choix des constituants

N° de fiche E.2

Date _____

1re étape - Inscrire les surfaces des constituants

Seuls les constituants des murs extérieurs doivent être inclus dans les calculs

Pièce	Mur 1			Mur 2			Mur 3			Mur 4			Surface du plancher de la pièce
	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	
Salle de séjour/ à manger													
Cuisine	0,9	7,7											10,8
Vestibule	0,7	1,5	1,6										14,4
Salle de bain	0,7	6,0											5
Chambre à coucher 1	1,1	5,6											8,7
Chambre à coucher 2													
Chambre à coucher 3													

2e étape - Trouver les pourcentages des constituants (Utiliser les valeurs de la 1re étape)

Salle de séjour/ à manger												
Cuisine	8	63										
Vestibule	5	10	10									
Salle de bain	12,5	12,5										
Chambre à coucher 1	12,5	63										
Chambre à coucher 2												
Chambre à coucher 3												

Utiliser le tableau 6.5

3e étape - Choisir les constituants (% des constituants obtenus à la 2e étape, et les valeurs du FI obtenues à la 3e étape sur la feuille D.)

Salle de séjour/ à manger												
Cuisine	2 (6) 2	EW1										
Vestibule	2 (6) 2	EW1	D2									
Salle de bain	2 (6) 2	EW1										
Chambre à coucher 1	3 (20) 3	EW2										
Chambre à coucher 2												
Chambre à coucher 3												

Utiliser les tableaux 6.2, 6.3, 6.4

Feuille de calcul A - Bruit provenant du trafic routier

Projet Exemple E.3

Description

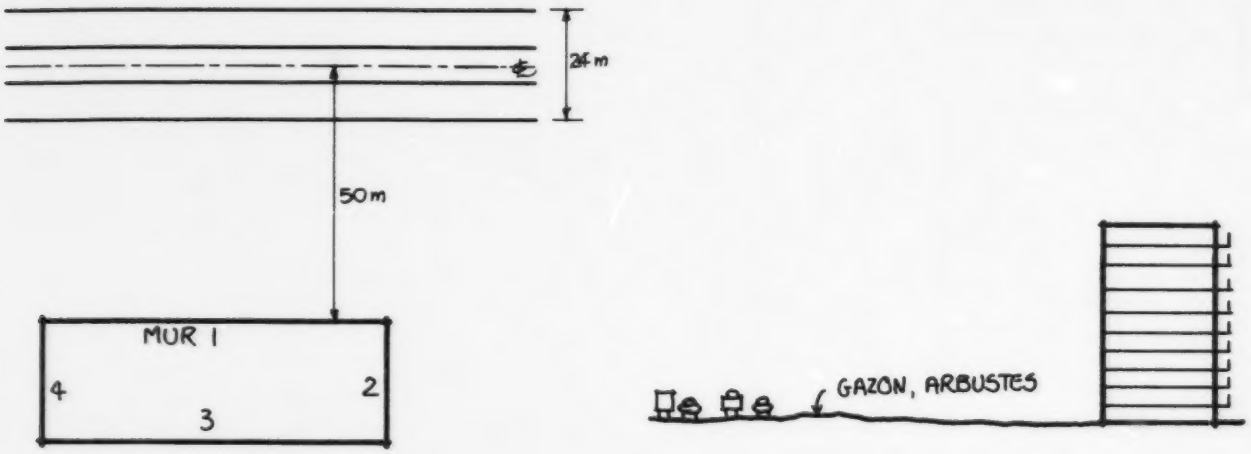
On propose de construire un immeuble d'appartements de dix étages à 50 m d'une grande route à quatre voies séparées.

Proposeur _____

N° de fiche _____

Date _____

Schéma



Nombre de véhicules par jour 96 000 par 24 h

Pourcentage de véhicules lourds 10

Vitesse limite permise 90 km/h

Niveau du bruit à 30 m de la ligne du centre (tableaux 3.1.1 à 3.1.8) 76 dB

Pente de la route 0

Pourcentage de véhicules lourds 10

Correction au niveau du bruit pour la pente de la route (tableau 3.2) +0 dB

Distance à partir du point d'arrêt au receveur 200 m

Correction pour l'interruption du trafic (tableau 3.3) +0 dB

Pourcentage de véhicules lourds 10

Vitesse limite permise 90 km/h

Hauteur équivalente de la source 0,6 m (tableau 3.4)

Distance à l'édifice 50 m

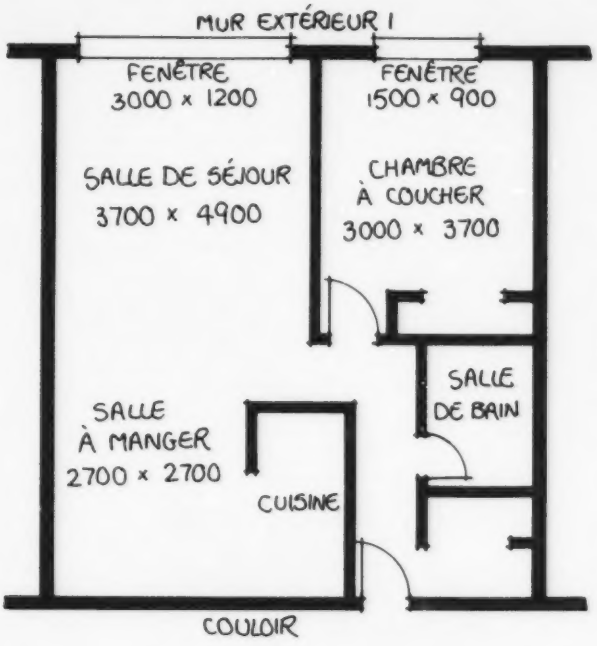
Surface du sol dure _____ ou molle _____

Hauteur totale effective 0,6 + 29 = 29,6 m (fig. 3a) Point milieu du 10e étage

Correction pour la distance réelle à partir de la ligne du centre (tableau 3.5) 15 à 29 m -2 dB

Correction pour une barrière (feuille de calcul B) -0 dB

Niveau du bruit atteignant la façade (somme du niveau et des corrections) 74 dB au 10e étage



TOUTES LES DIMENSIONS SONT DONNÉES EN MILLIMÈTRES

Genre de pièce	Salle de séjour/à manger		Chambre à coucher	
Surface du plancher (en m^2)	25,4		11,1	
Liste des constituants du mur extérieur	mur (5,2 m^2) fenêtre (3,7 m^2)		mur (6,0 m^2) fenêtre (1,4 m^2)	
Nombre de constituants	2		2	
Niveau du bruit au mur	74 B		74 B	
FI requis (tableau 5.1)	39		44	
Constituant	mur	fenêtre	mur	fenêtre
Pourcentage de la surface du plancher (tableau 6.5)	20	16	50	12,5
Construction requise (tableaux 6.2, 6.3, 6.4)	EW 2	3 (63) 3	EWZ R	6 (100) 6 ou 3 (6) 3 (100) 6

Le cas des bâtiments à plusieurs étages

Le calcul de la page précédente se rapporte au dixième étage de l'édifice. Les seules étapes qui sont fonction de la hauteur du receveur sont la correction pour une barrière (sans objet ici) et la correction pour la distance à partir de la ligne du centre. Voici les renseignements et les corrections pour cet exemple.

N° de l'étage	Hauteur totale effective	Correction pour la distance	Niveau du bruit au mur 1
10	29,0 + 0,6 = 29,6	- 2 dB	74 dB
9	25,9 + 0,6 = 26,5	- 2 dB	74 dB
8	22,9 + 0,6 = 23,5	- 2 dB	74 dB
7	19,8 + 0,6 = 20,4	- 2 dB	74 dB
6	16,8 + 0,6 = 17,4	- 2 dB	74 dB
5	13,7 + 0,6 = 14,3	- 2 dB	74 dB
4	10,7 + 0,6 = 11,3	- 2 dB	74 dB
3	7,6 + 0,6 = 8,2	- 4 dB	72 dB
2	4,6 + 0,6 = 5,2	- 6 dB	70 dB
1	1,5 + 0,6 = 2,1	- 7 dB	69 dB

Il faut prendre note que les plus hauts niveaux du bruit sont aux étages les plus élevés car la surface "molle" du sol a un effet négligeable sur le bruit qui s'y rend. De même, s'il y a une barrière, elle exerce une plus faible réduction du bruit aux étages supérieurs qu'au niveau du sol.

En raison de cette tendance, il faudrait évaluer d'abord quel serait le niveau du bruit à l'étage le plus élevé d'un projet pour déterminer si celui-ci est acceptable (c'est-à-dire, si le niveau du bruit extérieur est au-dessous de 75 dB).

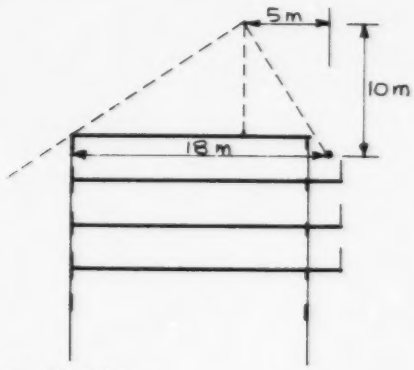
Si le plan des appartements est le même pour tous les étages, les constituants qui sont conformes aux exigences du FI pour le dernier étage satisferont aussi aux exigences pour tous les étages plus bas. Dans cet exemple, les mêmes FI seraient requis du quatrième au dixième étage. Pour les premier, deuxième et troisième étages, le FI plus bas est en harmonie avec les niveaux moins élevés du bruit extérieur à ces hauteurs et on pourrait substituer des constituants de FI plus bas.

L'exemple précédent est un élément du côté bruyant de l'édifice (donnant sur la route). Les balcons ne devraient pas se trouver de ce côté-là, parce que les niveaux du bruit extérieur y sont d'une hauteur inacceptable. Les niveaux du bruit intérieur sont inacceptables lorsqu'on ouvre les fenêtres et il faut donc prévoir un autre moyen de ventiler. L'addition d'un contre-châssis aux fenêtres à doubles vitres étanches améliore l'isolation thermique en plus d'augmenter le FI.

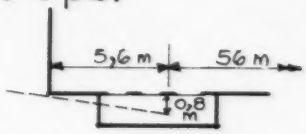
Pour un grand édifice comme celui-ci, la réduction dans le niveau du bruit du côté "à l'abri" (mur 3) peut dépasser la réduction de 15 dB obtenue pour une maison seule. Comme le montre le calcul suivant, l'édifice de cet exemple donne une atténuation de barrière d'au moins 18 dB au point milieu des balcons du côté à l'abri. Cela, ainsi que la correction pour la distance additionnelle à ce mur, aboutit à des niveaux de bruit de 55 dB ou moins sur les balcons. Ce niveau du bruit extérieur est acceptable et il n'est pas nécessaire de considérer les FI des constituants pour ce côté de l'édifice.

Mise en garde: Considérer l'édifice comme une barrière pour déterminer les niveaux du bruit du côté à l'abri n'est admissible que s'il n'y a pas d'autres édifices voisins de dimensions comparables qui pourraient réfléchir le son sur le mur "à l'abri". S'il y a d'autres édifices, le bruit au mur "à l'abri" est supposé être 10 dB de moins que le niveau au mur donnant sur le trafic.

Coupe verticale



Vue dans le plan



L'effet de barrière a été calculé pour le balcon ayant la plus faible atténuation de barrière prévue: l'étage le plus haut (et partant la plus faible hauteur de barrière relativement au receveur) et le balcon le plus près d'un bout de l'édifice (celui qui est le plus affecté par le bruit contournant l'extrémité de la barrière). Le point de réception (r) est considéré comme étant à 1,5 m au-dessus du point milieu du plancher du balcon. Comme le montre l'annexe B, on peut déterminer à l'aide d'un dessin à l'échelle la position du sommet de la barrière effective que forme un édifice. On devrait tirer des lignes droites depuis la source et depuis le receveur jusqu'au sommet apparent de l'édifice comme on le voit à ces deux endroits. Le sommet de la barrière effective se trouve au point de rencontre de ces droites. Seule la portion du dessin montrant le haut de l'édifice est représentée à la page précédente. La barrière effective dans ce cas est à 5 m du point milieu du balcon et à 10 m au-dessus du point de réception. La méthode de calcul de l'atténuation de barrière dans l'annexe B montre que cette barrière procurerait une atténuation de 20 dB si aucun son ne passait à l'extrémité de la barrière.

D'après un dessin à l'échelle de la vue dans le plan de la barrière, le rapport v/g = 7 et le rapport u/g = 70 pour le receveur au point milieu de ce balcon. D'après le tableau 3.6 le rapport "w" de la longueur de la barrière effective = 8. L'emploi de cette valeur dans le tableau 3.7 donne une atténuation de barrière de 18 dB, en tenant compte du bruit contournant l'extrémité de l'édifice.

Feuille de calcul A - Bruit provenant du trafic routier

Projet Exemple E.4

Description

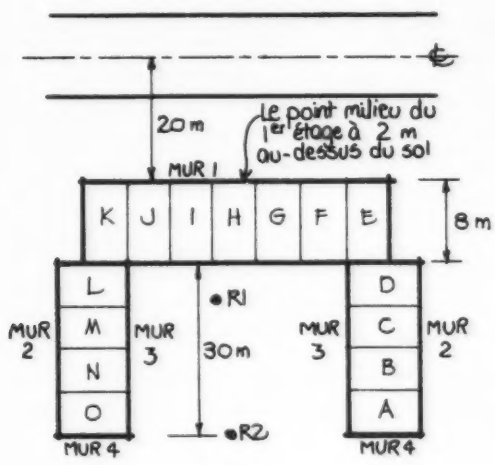
Proposeur _____

N° de fiche _____

Date _____

On propose de construire quatorze logements en rangées près d'une artère de 4 voies. Les éléments les plus proches sont à 20 m de la ligne du centre de la chaussée (12 m du bord de la route).

Schéma



Nombre de véhicules par jour 42,500 par 24 h

Pourcentage de véhicules lourds 12

Vitesse limite permise 60 km/h

Niveau du bruit à 30 m de la ligne du centre (tableaux 3.1.1 à 3.1.8) 69 dB

Pente de la route S/O

Pourcentage de véhicules lourds 12

Correction au niveau du bruit pour la pente de la route (tableau 3.2) +0 dB

Distance à partir du point d'arrêt au receveur S/O m

Correction pour l'interruption du trafic (tableau 3.3) +0 dB

Pourcentage de véhicules lourds 12

Vitesse limite permise 60 km/h

Hauteur équivalente de la source 1 m (tableau 3.4)

Distance à l'édifice 20 m

Surface du sol dure _____ ou molle ✓

Hauteur totale effective 1 + 2 = 3 m (fig. 3a)

Correction pour la distance réelle à partir de la ligne du centre (tableau 3.5) +1 dB

Correction pour une barrière (feuille de calcul B) -0 dB

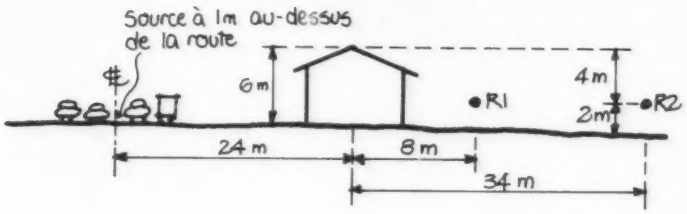
Niveau du bruit atteignant la façade (somme du niveau et des corrections) 70 dB

au premier étage (mur 1)

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière au receveur R1

N° de fiche E.4

Date _____



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 24 m: la valeur au carré = 576 m^2
La distance verticale (x) est 5 m: la valeur au carré = 25 m^2
La somme des valeurs au carré est 601 m^2
La racine carrée de la somme est 24,51 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 8 m: la valeur au carré = 64 m^2
La distance verticale (y) est 4 m: la valeur au carré = 16 m^2
La somme des valeurs au carré est 80 m^2
La racine carrée de la somme est 8,94 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 32 m: la valeur au carré = 1024 m^2
La distance verticale (z) est 1 m: la valeur au carré = 1 m^2
La somme des valeurs au carré est 1025 m^2
La racine carrée de la somme est 32,02 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a+b−c = 1,43 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

La distance de la barrière au receveur (g) = _____ m
La longueur du segment de la barrière (u) = _____ m:) Effectivement l'infini pour tous les endroits de la cour
La longueur du segment de la barrière (v) = _____ m:)

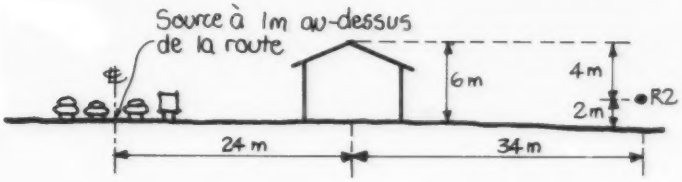
D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = l'infini

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 15 dB.

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière
au receveur R2

N° de fiche E.4

Date _____



Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est 24 m: la valeur au carré = 576 m^2
La distance verticale (x) est 5 m: la valeur au carré = 25 m^2
La somme des valeurs au carré est 601 m^2
La racine carrée de la somme est 24,51 m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est 34 m: la valeur au carré = 1156 m^2
La distance verticale (y) est 4 m: la valeur au carré = 16 m^2
La somme des valeurs au carré est 1172 m^2
La racine carrée de la somme est 34,23 m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est 58 m: la valeur au carré = 3364 m^2
La distance verticale (z) est 1 m: la valeur au carré = 1 m^2
La somme des valeurs au carré est 3365 m^2
La racine carrée de la somme est 58,01 m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a + b - c 0,73 m

(✓) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan: (En réalité, valeurs infinies)

La distance de la barrière au receveur (g) = _____ m
La longueur du segment de la barrière (u) = _____ m:) Effectivement l'infini
La longueur du segment de la barrière (v) = _____ m:)

D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = l'infini

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = 13 dB.

Les niveaux du bruit dans les divers endroits de la cour

Les deux pages précédentes donnent le calcul de l'effet des maisons en rangées utilisées comme barrière pour les postes de réception R1 et R2 dans la cour.

Position	Niveau du bruit à 30 m	Correction du bruit à cause de la distance	Correction pour la barrière	Niveau du bruit
R1	69	0	-15	54
R2	69	-3	-13	53

Le tableau ci-dessus donne les niveaux du bruit dans la cour; puisque ces niveaux sont au-dessous de 55 dB, la cour tout entière se prête bien aux divertissements à l'extérieur.

Pour le mur 1 des unités E à K, le niveau du bruit tel que calculé sur la feuille de calcul A, est de 69 dB + 1 dB (puisque la distance réelle est de 20 m), soit 70 dB.

Au mur 2 des unités A à E et K à O, les niveaux du bruit sont moins élevés parce qu'une seule moitié de la route est visible (ce qui occasionne une réduction de 3 dB comme nous l'avons vu au chapitre 5) et parce que la distance à partir de la route est plus grande. Pour les points au milieu des unités E et K, la correction pour la distance tirée du tableau 3.5 est 0 dB, de sorte que le niveau du bruit est 69 + 0 - 3 = 66 dB. Pour les unités A et O (à 54 m de la ligne du centre) la correction pour la distance est - 6 dB et le niveau du bruit résultant est 69 - 6 - 3 = 60 dB. Ainsi les calculs du FI sont requis pour toutes les façades des murs extérieurs 1 et 2.

Exemple E.4

À toutes les surfaces du mur 4, la réduction de 15 dB appropriée au mur "à l'abri", (tel qu'il est indiqué au chapitre 5) donne un niveau du bruit de 55 dB ou moins. Au mur 3 des unités A à D et L à O, la réduction de -3 dB pour les murs de côté (tel qu'il est indiqué au chapitre 5) et les corrections de barrière et de distance (pour les postes R1 et R2) réduisent le niveau du bruit au-dessous de 55 dB, même à l'étage supérieur, alors que la correction de barrière n'est que -11 dB. Il n'est donc pas nécessaire de calculer les FI pour ces façades et l'ouverture des fenêtres est un moyen convenable de ventilation.

Annexe F

Feuille de calcul en blanc

Feuille de calcul A - Bruit provenant du trafic routier

Description

Schéma

Projet _____

Proposeur _____

N° de fiche _____

Date _____

Nombre de véhicules par jour _____ par 24 h
Pourcentage de véhicules lourds _____
Vitesse limite permise _____ km/h
Niveau du bruit à 30 m de la ligne du centre (tableaux 3.1.1 à 3.1.8) _____ dB
Pente de la route _____
Pourcentage de véhicules lourds _____
Correction au niveau du bruit pour la pente de la route (tableau 3.2) + _____ dB
Distance à partir du point d'arrêt au receveur _____ m
Correction pour l'interruption du trafic (tableau 3.3) + _____ dB
Pourcentage de véhicules lourds _____
Vitesse limite permise _____ km/h
Hauteur équivalente de la source _____ m (tableau 3.4)
Distance à l'édifice _____ m
Surface du sol dure _____ ou molle _____
Hauteur totale effective _____ m (fig. 3a)
Correction pour la distance réelle à partir de la ligne du centre (tableau 3.5) _____ dB
Correction pour une barrière (feuille de calcul B) _____ dB
Niveau du bruit atteignant la façade (somme du niveau et des corrections) _____ dB

Feuille de calcul B - L'atténuation de barrière

N° de fiche _____

Date _____

Cette feuille de calcul doit être utilisée relativement aux figures 3b à 3e ou 4b à 4e.

1.- Distance a (de la source au sommet de la barrière)

La distance horizontale (f) est _____ m: la valeur au carré = _____ m^2
La distance verticale (x) est _____ m: la valeur au carré = _____ m^2
La somme des valeurs au carré est _____ m^2
La racine carrée de la somme est _____ m = distance a

2.- Distance b (du sommet de la barrière au receveur)

La distance horizontale (g) est _____ m: la valeur au carré = _____ m^2
La distance verticale (y) est _____ m: la valeur au carré = _____ m^2
La somme des valeurs au carré est _____ m^2
La racine carrée de la somme est _____ m = distance b

3.- Distance c (de la source au receveur)

La distance horizontale (f+g) est _____ m: la valeur au carré = _____ m^2
La distance verticale (z) est _____ m: la valeur au carré = _____ m^2
La somme des valeurs au carré est _____ m^2
La racine carrée de la somme est _____ m = distance c

4.- La différence des longueurs de parcours est a b c _____ m

( ) La barrière obstrue le champ de vision
( ) La barrière n'obstrue pas le champ de vision

5.- Les dimensions vues dans le plan:

La distance de la barrière au receveur (g) _____ m
La longueur du segment de la barrière (u) _____ m:) Le rapport u/g = _____
La longueur du segment de la barrière (v) _____ m:) Le rapport v/g = _____

D'après le tableau 3.6, le rapport w des longueurs de la barrière effective = _____

6.- D'après le tableau 3.7, l'atténuation de barrière = _____ dB.

Feuille de calcul C1 - Le bruit du moteur des locomotives des chemins de fer

N° de fiche _____

Date _____

Renseignements nécessaires pour une période moyenne de 24 heures pour chaque voie ferrée:

Vitesse ordinaire des trains	_____ km/h	
Nombre total moyen de locomotives diesel	_____	
Nombre total moyen d'automotrices électriques	_____	
Nombre total moyen de wagons	_____	
Nombre total moyen de trains	_____	
Nombre total moyen de locomotives (D)	_____	
Nombre total moyen de wagons (n)	_____	
Nombre moyen de wagons/locomotive (n/D)	_____	
Niveau du bruit à 30 m pour la vitesse des trains de 80 kilomètres à l'heure (tableau 4.1)		_____ dB
Vitesse ordinaire des trains	_____ km/h	
Correction pour la vitesse ordinaire des trains (tableau 4.2)		_____ dB
Distance de la source au point de réception	_____ m	
Hauteur totale effective au-dessus du sol avec une source de 4 m de hauteur	_____ m	
Surface du sol: dure _____ molle _____		
Correction pour la distance horizontale (tableau 4.4)		_____ dB
Atténuation de barrière, s'il y a lieu, pour une source de 4 m de hauteur	_____ dB	
Correction pour la barrière (moins l'atténuation de barrière)		_____ dB
Niveau total du bruit des locomotives		_____ dB

Feuille de calcul C2 - Bruit des roues sur les rails

N° de fiche _____

Date _____

Nombre total moyen de wagons	_____	
Nombre total moyen d'automotrices électriques multiplié par deux	_____	
Nombre total moyen de wagons	_____	
Vitesse ordinaire des trains	_____ km/h	
Niveau du bruit à 30 m (tableau 4.3)		_____ dB
Distance de la source au point de réception	_____ m	
Hauteur totale effective au-dessus du sol avec une source de 0,5 m de hauteur	_____ m	
Surface du sol: dure _____ molle _____		
Correction pour la distance horizontale (tableau 4.4)		_____ dB
Atténuation de barrière (s'il y a lieu, pour une source de 0,5 m de hauteur)	_____ dB	
Correction de barrière (moins l'atténuation de barrière)		_____ dB
Bruit total des roues sur les rails		_____ dB

Feuille de calcul C3 - Bruit du sifflement

N° de fiche _____

Date _____

Distance la plus courte à la voie ferrée	_____ m	
Distance le long de la voie ferrée au point d'avertissement	_____ m	
Bruit du sifflement pour un seul train à 80 kilomètres à l'heure (tableau 4.7)	_____ dB	
Nombre moyen de trains par jour	_____	
Vitesse ordinaire du train	_____ km/h	
Correction pour le nombre de trains et la vitesse ordinaire (tableau 4.9)		_____ dB
Surface du sol: dure _____ molle _____		
Distance la plus courte à la zone d'avertissement	_____ m	
Hauteur totale effective au-dessus du sol pour une source de 4 m de hauteur	_____ m	
Si le sol est dur, il n'y a pas de correction		_____ dB
Si le sol est mou, la correction pour l'atténuation due au sol est inscrite au tableau 4.8		_____ dB
L'atténuation de barrière, s'il y a lieu, pour une source à 4 m de hauteur (N.B. Ce calcul est un peu modifié; voir la page 43 du texte.)	_____ dB	
Correction pour une barrière (moins l'atténuation de barrière)		_____ dB
Bruit total du sifflement		_____ dB
Combiner maintenant les niveaux à l'aide du tableau 5.1		
Bruit total des locomotives	_____ dB	
Bruit total des roues sur les rails	_____ dB	
Bruit combiné	_____ dB	
Bruit total du sifflement	_____ dB	
Niveau du bruit combiné total provenant de la voie ferrée		_____ dB

N.B. Cette méthode doit être suivie pour chaque voie ferrée. Les voies individuelles doivent ensuite être combinées à l'aide de la même méthode.

Feuille de calcul D - Besoins d'insonorisation

N° de fiche _____

Date _____

1re étape - Combiner les niveaux du bruit (voir section 5)

	Mur 1	Mur 2	Mur 3	Mur 4
Niveaux du bruit de				
Source 1				
Source 2				
Source 3				
Source 4				
Source 5				
Niveau combiné				

Utiliser le tableau 5.1

2e étape - Trouver le nombre de constituants (ne pas en tenir compte si le niveau au mur est au-dessous de 55 dB)

Pièce	Mur 1			Mur 2			Mur 3			Mur 4			Nombre total de constituants
	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	

3e étape - Trouver le FI requis

Utiliser le tableau 6.1 et le nombre de constituants trouvé ci-dessus

Feuille de calcul E - Choix des constituants N° de fiche _____

Date _____

1re étape - Inscrire les surfaces des constituants
(seuls les constituants des murs extérieurs doivent être inclus dans les calculs)

Pièce	Mur 1			Mur 2			Mur 3			Mur 4			Surface du plancher de la pièce
	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	fenêtre	mur	porte	

2e étape - Trouver les pourcentages des constituants
(utiliser les valeurs de la 1re étape)

Utiliser le tableau 6.5

3e étape - Choisir les constituants (% des constituants obtenus à la 2e étape, et les valeurs du FI obtenues à la 3e étape sur la feuille D)

Utiliser les tableaux 6.2, 6.3, 6.4

Feuille de travail pour calculer le FI

Fréquence	Niveau pondéré -A de la pression sonore de la source (en dB)	Perte de transmission du son (en dB)	Niveau pondéré -A de la pression sonore à l'intérieur (en dB)	Équivalent de l'énergie à l'intérieur (SPL)
	(A)	(B)	(C = A-B)	(D = antilog (C/10))
100	47			
125	53			
160	58			
200	61			
250	63			
315	65			
400	67			
500	68			
630	69			
800	70			
1000	70			
1250	70			
1600	70			
2000	70			
2500	70			
3150	69			
4000	68			
5000	66			
	Somme des valeurs dans la colonne D est E =			

Le niveau pondéré -A du son à l'intérieur = 10 $\log_{10}$ (E) = _____ = FFI
(la surface du constituant est égale à 80% de la surface du plancher): 77-F = _____ = G

Surface du constituant comme pourcentage de la surface du plancher	Facteur d'insonorisation (FI)
6,3	(G + 11) =
8	(G + 10) =
10	(G + 9) =
12,5	(G + 8) =
16	(G + 7) =
20	(G + 6) =
25	(G + 5) =
32	(G + 4) =
40	(G + 3) =
50	(G + 2) =
63	(G + 1) =
80	(G) =
100	(G - 1) =
125	(G - 2) =
160	(G - 3) =

GLOSSAIRE DE TERMES TECHNIQUES

Le présent glossaire a pour objet de définir aussi simplement que possible les termes et expressions utilisés dans ce document.

Atténuation:

Une réduction du niveau du son se propageant d'une source à un point de réception.

Atténuation de barrière:

La réduction du niveau du son se propageant au-dessus d'un sol dur résultant d'une barrière interposée entre la source et le point d'interception.

Atténuation du sol:

La réduction du niveau du son se propageant près du sol. Sur un sol dur l'atténuation due au sol est zéro.

Barrière:

Un obstacle solide entre la chaussée ou la voie ferrée et l'observateur, qui obstrue le champ de vision entre eux.

Banc de terre:

Un remblai de terre obstruant le champ de vision entre une source et un point de réception et formant ainsi un genre de barrière.

Bruit:

Des sons autres qu'un son particulier désiré. (Voir aussi le niveau du bruit ambiant.) Dans ce cahier les sons de la circulation routière et ferroviaire sont considérés comme des bruits.

Décibel (dB):

(Voir niveau du son.)

Hauteur de la source:

La hauteur effective de la source du bruit au-dessus de la chaussée ou de la voie ferrée. Le Conseil national de recherches a attribué les valeurs suivantes: le bruit des roues sur les rails - 0,5 m, du moteur d'une locomotive, du sifflement - 4 m; la hauteur de la source du bruit routier varie selon la nature des véhicules et la vitesse (voir le tableau 3.4).

Hauteur du receveur:

Prise comme 1,5 m au-dessus du plancher, et mesurée par rapport au niveau du sol.

Niveau du bruit:

Pour les besoins de ce cahier le niveau du bruit est le niveau du son équivalent pondéré A sur une période de 24 heures.

Niveau du bruit ambiant:

Le niveau du son du bruit de fond caractéristique d'un environnement. En pratique, le niveau d'un bruit distinct qui s'y ajoute doit être au-dessus du niveau du bruit ambiant pour être perçu.

Niveau du son:

Une mesure du son en comparaison avec un son comme standard de référence; en pratique, la lecture sur un mesureur de niveau du son. Le niveau est exprimé en décibels.

Niveau du son pondéré A:

Le niveau du son mesuré à l'aide d'un mesureur de niveaux de sons, en utilisant un dispositif qui accentue les constituan de fréquence moyenne imitant ainsi la réa tion de l'oreille humaine. Le niveau du son pondéré A se trouve en bonne corrélation avec les évaluations subjectives des effets agaçants des sons.

Niveau équivalent ($N_{éq}$):

Le niveau d'un son constant transmettant la même intensité, dans un temps donné, que le son en fluctuation. Aux fins du présent document, $N_{éq}$ est la valeur au cours d'une période de 24 heures.

Pente:

La pente d'une route ou d'une voie ferrée exprimée en pourcentage comme le rapport d'augmentation de la hauteur en fonction de la distance le long de la route ou de la voie ferrée.

Point de réception:

Dans ce document, un endroit où il faut déterminer le niveau du bruit.

Propagation:

La transmission d'un son provenant d'une source à un point de réception particulie

Source:

Terme général employé pour désigner le trafic routier ou ferroviaire comme une source de bruit.

Véhicules lourds:

Aux fins de cet ouvrage, tous les véhicules circulant sur les routes et comportant plus de quatre roues.

Bragdon, Clifford R. *Noise Pollution — The Unquiet Crisis.* Philadelphia: University of Pennsylvania Press, 1970.

Un manuel important donnant des faits et des calculs, des mesures scientifiques, et des données sur ce qu'est le bruit, ce qu'il fait et comment le combattre. L'auteur y traite de tous les types de bruit et établit un rapport entre ces bruits et le dommage psychologique, physique et social qu'ils causent aux êtres humains.

Conservation Council of Ontario. *Noise in the Environment — Causes, Effects, Controls.* Papers from the Conference held at Toronto: 28-29 April 1971.

Great Britain. Department of the Environment. *Designing Against Noise from Road Traffic.* Paper 20/71. London: Building Research Station, 1971.

Ce mémoire présente quelques facteurs à considérer afin d'établir des standards pour le bruit du trafic. Il propose que des standards provisoires soient établis en fonction du bruit à la façade d'un édifice déterminant qu'ils sont dépassés pendant 10% du temps entre 6 h a.m. et minuit.

Great Britain. Department of Trade and Industry. *Model Investigations of Traffic Noise Propagation.* Acoustics Report, AC 58, London: National Physical Laboratory, 1972.

Une technique pour étudier le bruit du trafic sur les routes principales en utilisant un modèle à l'échelle.

Great Britain. Department of Trade and Industry. *A Practical Scheme for Predicting Noise Levels (L_{10}) Arising from Road Traffic.* Acoustics Report, AC 57, London: National Physical Laboratory, 1972.

Une méthode permettant de prévoir les niveaux du bruit de N_{10} jusqu'à 120 mètres d'un trafic se déplaçant librement sur des routes droites et de niveau. Des graphiques permettent l'évaluation d'un éventail considérable de configurations de routes et de barrières.

Great Britain. Department of Trade and Industry. *Prediction of Traffic Noise Levels.* Acoustics Report, AC 56, London: National Physical Laboratory, 1972.

Une réexamination détaillée des niveaux de bruit provenant du trafic circulant librement sur des routes importantes sensiblement droites et de niveau.

Great Britain. Department of Trade and Industry. *Propagation of Traffic Noise in Typical Urban Situations. Acoustics Report.* AC 54. London: National Physical Laboratory, 1971.

Une investigation de la propagation du bruit du trafic pour différentes routes et configurations de logements.

Great Britain. Ministry of Public Building and Works. *London Noise Survey.* S.O. Code No. 67-266. London: Building Research Station, 1968.

Ce tour d'horizon recherche d'une façon générale les niveaux du bruit dans le centre de Londres et l'effet subjectif du bruit sur les personnes vivant dans ce secteur.

Great Britain. Ministry of Science. *Noise, Final Report of the Committee on the Problem of Noise (Wilson Report).* Cmnd 2056. London: H.M. Stationery Office, 1963.

Une étude complète sur la façon d'aborder le problème du bruit en Grande-Bretagne. Elle donne les résultats d'études conduisant à la formulation du IBN (indice du bruit et du nombre).

Great Britain. Ministry of Transport. *A Review of Road Traffic Noise.* Report LR 357. London: Road Research Laboratory, 1970.

Cet exposé résume les connaissances acquises à ce moment-là (1970) pour un usage pratique et précise les recherches nécessaires qu'il reste à faire.

Halliwell, R.E. and Quirt J.D. *Prediction vs Reality: A Preliminary Evaluation of the NRC Traffic Noise Model*. DRB, Étude Nº 876, CNRC 17943, Ottawa: Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, septembre 1979.

Les résultats de la série initiale de mesures sur les lieux pour évaluer la validité du modèle permettant de prévoir le bruit du trafic dans la présente publication.

Halliwell, R.E. and Quirt, J.D. *Traffic Noise Prediction*. Recherche sur le bâtiment, Note 146, Ottawa: Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, mars 1980.

Une description des principes fondamentaux de l'acoustique et des hypothèses de simplification utilisées pour développer les modèles qui permettent de prévoir le bruit et qui sont présentés dans cette publication.

Harmelink, M.D. and Hajek, J.J. *Noise Barrier Evaluation and Alternatives for Highway Noise Control*. Report No. RR 180. Toronto: Ontario Ministry of Transportation and Communications, 1971.

Diverses techniques de protection contre le bruit des autoroutes sont évaluées et les résultats de mesures du bruit sur le terrain sont comparés avec les résultats calculés par la méthode d'évaluation du bruit de Bolt, Beranek et Newman.

Kryter, Karl D. *The Effects of Noise on Man*. New York and London: Academic Press, 1970.

Un manuel complet donnant une analyse historique de la documentation se rapportant à ce sujet. Il couvre tous les types de bruit et les réactions subjectives, auditives et non auditives dont le bruit est la cause.

Northwood, T.D., Quirt, J.D,, and Halliwell, R.E. *Residential Planning with Respect to Road and Rail Noise*. DRB, Étude Nº 875, CNRC 17942, Ottawa: Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, septembre 1979.

Une brève discussion des critères du bruit utilisés dans cette publication, un exposé mathématique et graphique du modèle de prévision du bruit, et une application du facteur d'insonorisation dans les plans de construction.

Ontario Ministry of the Environment. *Development of a Model for Predicting Train Pass-by Noise Profiles*. Acoustics and Noise Control in Canada, Vol. 4., No. 4, October 1976.

Organization for Economic Co-operation and Development. *Urban Traffic Noise*. Paris: Organization for Economic Co-operation and Development, 1971.

Une étude d'ensemble sur le bruit du trafic, ses effets et son contrôle. Elle donne aussi un compte rendu des pratiques législatives et administratives dans les pays membres de l'association.

Quirt, J.D. Acoustic Insulation Factor: *A Rating for the Insulation of Buildings Against Outdoor Noise*. Recherches sur le bâtiment, Note 148, Ottawa: Division des recherches sur le bâtiment, Conseil national de recherches du Canada, édition révisée, juin 1980.

La présente publication donne des renseignements de base qui complètent les méthodes d'élaboration des projets de bâtiments.

Sweden, National Board of Urban Planning. *Urban Planning and Noise from Road Traffic*. Stockholm: National Board of Urban Planning, 1975.

Un plan d'un guide général pour les urbanistes.

Sweden, National Institute for Building Research. *A Design Guide for Road Traffic Noise*. Document D 10/73. Stockholm: National Institute for Building Research, 1973.

Sweden. National Institute for Building Research and National Institute of Public Health. *Traffic Noise in Residential Areas*. Document 36 E/68. Stockholm: National Institute for Building Research, 1968.

Sweden, Traffic Noise Committee. *Road Traffic Noise*. SOU 1974: 60. Stockholm: Traffic Noise Committee, 1974.

Un document de fond pour "l'aménagement des villes et le bruit se propageant à partir de la circulation routière". Disponible en suédois avec un sommaire en anglais.

Thiessen, Dr. G.J. and Embleton, Dr. T.F.W. *Propagation of Train Noise and Adjacent Land Use*. Rapport N° APS-405, Ottawa, Conseil national de recherches du Canada, 1961.

Le rapport analyse le bruit des diesels-électriques et d'autres sources de bruit des trains ainsi que la mesure dans laquelle ils affectent l'évaluation des terrains dans le voisinage d'un droit de passage.

United States, Department of Housing and Urban Development. *Noise Assessment Guidelines*. Report TE/NA-171. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1971.

Ce rapport, préparé par Theodore J. Schultz et Nancy M. McMahon of Bolt, Beranek et Newman, présente une description d'un procédé par lequel les gens sans formation technique pourraient évaluer l'exposition d'un terrain à bâtir par rapport au bruit des avions, ainsi que du trafic routier et ferroviaire.

United States, Department of Housing and Urban Development. *Noise Assessment Guidelines — Technical Background*. Report TE/NA-172, Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1972.

Cet exposé fournit des directives et des données de base pour le rapport HUD, *"Noise Assessment Guidelines"*. On y donne une analyse de la réaction humaine au bruit, des renseignements techniques sur la mesure, l'évaluation et le contrôle du bruit urbain. On y suggère des méthodes pour évaluer l'exposition au bruit dans les terrains à bâtir.

United States, Department of Housing and Urban Development. *Noise in Urban and Suburban Areas*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1967.

Cet exposé traite des sources de bruit autres que les avions et de la réaction communautaire au bruit du trafic. Il donne aussi des tests pour les propriétés des édifices en ce qui concerne la réduction du bruit.

United States. Environmental Protection Agency. *Report to the President and Congress on Noise*. Senate Document No. 92-93. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office, 1972.

Un examen complet et une étude du bruit et de ses effets sur la santé et le bien-être du public.

United States, Highway Research Board. *Highway Noise — A Design Guide for Highway Engineers*. Report No. 117. Washington, D.C.: National Co-operative Highway Research Program, 1971.

United States, Highway Research Board. *Highway Noise — A Field Evaluation of Traffic Noise Reduction Measures*. Report No. 144, Washington, D.C.: National Co-operative Highway Research Program, 1973.

United States, Highway Research Board, *Highway Noise — Measurement, Simulation, and Mixed Reactions*. Report No. 78. Washington, D.C.: National Co-Operation Highway Research Program, 1969.

Des directives pour les ingénieurs qui préparent des projets d'autoroutes. L'évaluation de la réduction du bruit qui pourrait être réalisée si les automobiles et les pneus étaient moins bruyants. Des renseignements pour considérer avec plus de précision le bruit du trafic lors de l'élaboration de plans d'édifices. Une technique pour la mesure du bruit des véhicules le long des routes.

University of Toronto — York University Joint Program in Transportation. *The Impact of Expressways on Adjacent Apartments — A Case Study of Metropolitan Toronto*. Research Report No. 10. Toronto: University of Toronto, 1973.

Une analyse des avantages et des désavantages de vivre dans un corridor d'une voie à circulation rapide et des suggestions pour une réévaluation importante des

lignes de conduite concernant l'usage des terrains et les règlements d'aménagement pour un lotissement de forte densité dans le Toronto métropolitain.

World Soundscape Project. *A Survey of Community Noise By-laws in Canada.* Burnaby: Simon Fraser University, 1972.

Une étude approfondie des règlements concernant le bruit dans les municipalités ayant des populations de plus de 25 000 âmes. Ce relevé comporte des commentaires sur les moyens de les mettre en vigueur et analyse leur efficacité.